
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR



Análisis y automatización de la célula 142 en John Deere Ibérica S.A

INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL
ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

PROYECTO FIN DE CARRERA

Autora: Miriam Reviejo De Pablo

Director: Juan Miguel Alonso Gil

Tutor: Alberto Jardón Huete

Departamento de Ingeniería automática

*Gracias a quienes dejaron una piedra en este camino,
no para tropezar sino para guiarlo.*



ÍNDICE

	Página
1. MEMORIA.....	7
1.1 LA EMPRESA JOHN DEERE.....	11
1.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL: CÉLULA 142.....	19
1.3 ANÁLISIS DEL PROYECTO.....	29
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	35
1.5 EJECUCIÓN DE CONTRAMEDIDAS.....	41
1.6 VIABILIDAD ECONÓMICA.....	69
1.7 CONCLUSIONES.....	74
1.8 ANEXOS.....	77
1.9 BIBLIOGRAFÍA.....	133
2. PRESUPUESTO.....	135
3. PLANOS.....	165



MEMORIA



1. MEMORIA

1.1 LA EMPRESA JOHN DEERE

1.1.1	UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES	11
1.1.2	JOHN DEERE IBÉRICA S.A	12
1.1.3	OBJETIVOS JOHN DEERE IBÉRICA.....	17
1.1.4	PRODUCTOS	17
1.1.5	MERCADOS	18

1.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL: CÉLULA 142

1.2.1	FLUJOGRAMA	23
1.2.2	FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE LA CÉLULA	24
1.2.3	ENGRANAJE.....	28

1.3 ANÁLISIS DEL PROYECTO

29

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

35

1.4.1 OBJETIVOS PARTICULARES DEL PFC

40

1.5 EJECUCIÓN DE CONTRAMEDIDAS.....

41

1.5.1 MEJORA DE MANIPULACIÓN

41

1.5.2 SUSTITUCIÓN DE AFEITADORA

52

1.5.3 ADECUACIÓN DE REBARBADORA

55

1.5.4 SEGURIDADES

58



1.6 VIABILIDAD ECONÓMICA	69
1.7 CONCLUSIONES	74
1.8 ANEXOS	
ANEXO A:	
TIEMPOS DEL CICLO DE MECANIZADO DE ENGRANAJES	79
ANEXO B:	
DISPONIBILIDAD DE LA CÉLULA 142	87
ANEXO C:	
CARACTERÍSTICAS AFEITADORA HURTH ZSA 220	97
ANEXO D:	
DATOS TÉCNICOS DEL AUTÓMATA CPU 226 CON DP	101
ANEXO E:	
DATOS TÉCNICOS FUENTE DE ALIMENTACIÓN SITOP SMART	107
ANEXO F:	
PROGRAMA DEL AUTÓMATA DEL CUADRO ELÉCTRICO DE LA REBARBADORA	111
1.9 BIBLIOGRAFÍA	133

1.1 LA EMPRESA JOHN DEERE

1.1.1 UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES

John Deere Ibérica S.A se encuentra situada en Getafe, municipio de Madrid, donde dispone de una factoría para la producción de componentes que son exportados a otras factorías de la compañía. La sede de la empresa se encuentra en el barrio más poblado e histórico de dicho municipio.

Las instalaciones de la fábrica ocupan una superficie cubierta de 60000 m² sobre un área total de 20 hectáreas de parcela.



Imagen 1.1.1 Vista aérea de John Deere Ibérica en Getafe (A)

1.1.2 JOHN DEERE IBÉRICA S.A

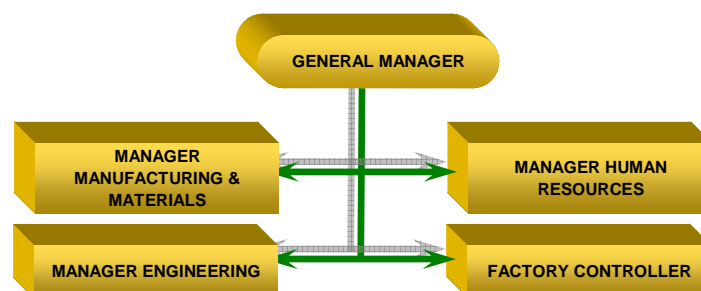
John Deere es el primer fabricante mundial de maquinaria agrícola y de equipos para la mecanización de espacios verdes, y uno de los principales productores de maquinaria para la construcción y para las explotaciones forestales. Las actividades de la compañía incluyen la fabricación y comercialización de motores y transmisiones, servicios financieros, seguros sanitarios y la división de nuevas tecnologías.

Actualmente John Deere se encuentra en más de 160 países, proporcionando empleo directo a más de 43600 personas. Dispone de una red de más de 60 fábricas y centros de producción, y más de 5000 concesionarios para dar servicio a sus clientes.

La fábrica, en la que trabajan cerca de 1000 personas, está constituida por 3 divisiones de producción especializada que incluyen diversos componentes y conjuntos de alta calidad.

Estas mini factorías son: ejes y engranajes, harvesting y mando finales.

El que se muestra a continuación es el organigrama general de John Deere Ibérica S.A.:

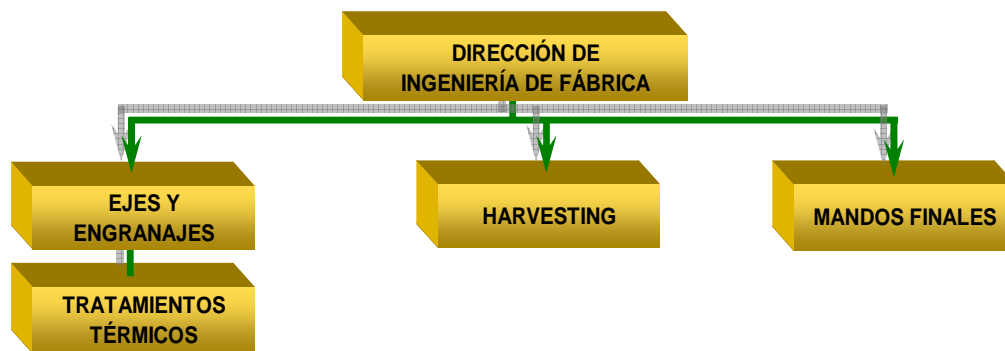


Organigrama de John Deere Ibérica S.A.

Dentro de las distintas direcciones, podemos distinguir dos partes importantes para la fábrica:

- **Dirección de fabricación (Manufacturing & Material)**

Fabricación, es un área de la planta que se divide en tres mini factorías de producción especializada que incluyen diversos componentes y conjuntos de alta calidad. Cada mini fábrica tiene su propio departamento de producción.



Organigrama de fabricación

La división en mini fábricas permite tener una minimización de desperdicios, junto con unas células de tecnología en grupo, que proporciona una mayor flexibilidad. En cada célula de trabajo, se concentrarán las distintas máquinas necesarias para el mecanizado de la pieza.

En el plano (P2) de la fábrica, podemos distinguir el número asignado a cada una de las células que componen las distintas mini fábricas. Del mismo modo, cada una de las máquinas, tienen también asignado un número que la identifica. Este número es el que aparecerá en los partes de reparación, fichas de automantenimiento y mantenimiento preventivo, etc.



Las tres divisiones de producción son:

- **John deere – Harvesting**
 - Transmisiones y cajas de engranajes

La factoría de Getafe produce una amplia variedad de cajas pesadas de transmisión y mandos finales para máquinas cosechadoras de cereales, algodón y forraje, producidas en Harvester y Desmoines (EEUU) y Zweibrücken (Alemania).

- Cajas Ligeras de Transmisión

Las cajas ligeras de transmisión se montan en segadoras y tractores para espacios verdes, tractores agrícolas y maquinaria de construcción. Para garantizar el perfecto funcionamiento de las transmisiones, se somete a los conjuntos a estrictos controles de calidad en las propias líneas de montaje.

- **John Deere – Mandos finales**

La producción especializada en mandos finales para tractores de muy diversa potencia, está programada para atender la demanda de las factorías de tractores de Mannheim (Alemania), Augusta (EEUU), Saltillo (Méjico) y Horizontina (Brasil).

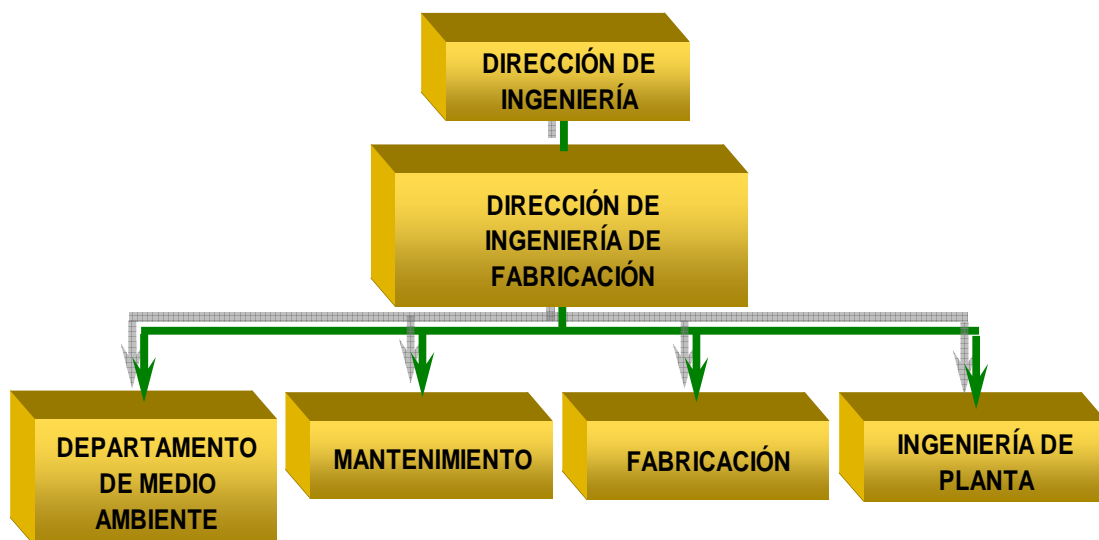
- **John Deere - Ejes y engranajes**

El área de producción de ejes y engranajes fabrica piezas vitales para las divisiones de cajas de transmisión y engranajes de distribución de los motores de John Deere que se producen en Dubuque y Waterloo (EEUU), Saran (Francia), Torreón (Méjico) y Rosario (Argentina).

La materia prima son piezas de forja y aceros de alta calidad, y la clave de la fabricación de estos componentes se basa en una mecanización de precisión, minuciosidad en los procesos de tratamiento térmico y un control de calidad continuo y riguroso.

- **Dirección de Ingeniería (Engineering)**

El organigrama siguiente, es el de la división de ingeniería y en él podemos ver el gerente general de ingeniería de fabricación, así como los distintos departamentos que de él dependen:



Organigrama de dirección de ingeniería de fabricación



- **Departamento de medio ambiente**

Este departamento se encarga de que los componentes y piezas de fábrica pasen los controles de calidad exigidos por John Deere.

- **Mantenimiento**

Mantenimiento se encarga de reparar las averías de las máquinas, así como del correcto funcionamiento de estas. Para ello pone en práctica el mantenimiento preventivo y acciones correctoras en las distintas máquinas.

- **Fabricación**

Se encarga de los procesos y utillaje para la fabricación de piezas en fábrica.

- **Ingeniería de Planta**

Trata la implantación de nuevos sistemas de células en fábrica y la mejora de las células actuales. Se ocupará tanto de su puesta en marcha, como de su correcto funcionamiento, haciendo un seguimiento de éstas para detectar posibles fallos y proponer mejoras.



1.1.3 OBJETIVOS JOHN DEERE IBÉRICA

Para mejorar el proceso productivo, John Deere Ibérica S.A., al igual que el resto de empresas, debe mantenerse al tanto de las nuevas tecnologías y sistemas de gestión de la producción. Con este fin, está realizando reformas en la fábrica y planteando mejoras en los procesos productivos.

Para conseguirlo, John Deere, se está moviendo en tres líneas: mejorar el proceso por la evolución de líneas de montaje hacía células automatizadas y robotizadas; conseguir un mantenimiento autónomo; y fomentar el trabajo en equipo y la participación de todas las personas involucradas en el proceso.

1.1.4 PRODUCTOS

La empresa se dedicó hasta mediados de la década de los 80 a la producción, con un alto nivel de integración, de tractores agrícolas de potencias comprendidas entre los 45 y 120 CV. En la empresa se fabricaban los motores, las transmisiones y el resto de piezas asociadas a esta producción (piezas de chapa, piezas de fundición o forja, etc).

En el año 1985 comenzó el desmantelamiento progresivo de la fabricación integral, con el cese de la producción de bloques y culatas de motor, motores completos, engranajes de transmisión, transmisiones completas, piezas de chapa, etc. Pasando a importar esto componentes de otras unidades del grupo multinacional al que pertenece la empresa, quedando limitada, para el comienzo de la década de los 90, la actividad de la empresa al montaje de tractores, actividad que desapareció a finales del año 1994.

Paralelamente a esta desintegración de la producción tradicional de la empresa, se inició una nueva línea de negocio que consistía en fabricar componentes para otras empresas del grupo. La producción de estos componentes consiste principalmente en cajas de transmisión y de distribución de potencia para una gran diversidad de maquinaria agrícola e industrial producida en otras empresas del grupo, tales como cosechadoras de



cereales, de algodón, de forraje, etc. Empacadoras de pacas cuadradas o redondas, acondicionadores de forraje, tractores agrícolas y de espacios verdes, motoniveladoras, etc. Se producen también enganches tripuntales para tractores de pequeña y mediana potencia (hasta 130 CV) así como ejes y engranajes de distribución para los motores fabricados por JOHN DEERE en distintas fábricas de Europa, México y Argentina.

1.1.5 MERCADOS

En el año 1985, la empresa pasó de operar en un mercado nacional escasamente competitivo y ofreciendo un único producto final (tractores agrícolas) a operar en un mercado mundial altamente competitivo, ofreciendo una gran variedad de componentes a unos clientes situados en países con un elevado nivel de desarrollo (Francia, Alemania, EEUU, Canadá, México, Brasil, etc)

Este cambio de mercados ha supuesto un profundo cambio de mentalidad de la empresa en todos sus niveles, vigilando especialmente la satisfacción del cliente con criterios a seguir como son: calidad, coste (criterios calificadores), rapidez y fiabilidad en la entrega (criterios de decisión).

La integración de la empresa como proveedora de unos clientes con una producción basada en el “just in time” implica que sea prioritario cumplir con los criterios de rapidez y fiabilidad en la entrega, ya que un retraso en el suministro de un componente significaría la paralización de la producción de uno de nuestros clientes. La calidad y el coste razonable se asume que no pueden faltar en la fabricación de los componentes.



1.2 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL: CÉLULA 142

La fábrica de John Deere Ibérica se encuentra distribuida en células, que son zonas de trabajo en las que se concentrarán las distintas máquinas necesarias para el mecanizado de la pieza.

La célula 142 se encuentra dentro de la mini factoría de ejes y engranajes, situada en la nave 1 y se compone de cuatro máquinas. La disposición de la célula se puede observar en la imagen 1.2.4. Plano Lay out (P3)

❖ TORNO CNC

Modelo: Mazak DT-20

Nº de máquina: Y-30-53-1375

❖ TALLADORA CNC

Modelo: Liebherr LC 122

Nº de máquina: Y-35-10-1339

❖ REBARBADORA

Modelo: Samputensili SCT-3

Nº de máquina: Y-35-37-1021

❖ AFEITADORA

Modelo: HURTH ZSU-220

Nº de máquina: Y-35-49-1230

La función de dicha célula es el mecanizado de engranajes para bomba de aceite, con referencia R-120638, que se realiza en cuatro pasos, cada uno de ellos es realizado por una máquina.

En esta célula trabajan operarios a tres turnos, además de turnos especiales los fines de semana también de 24 horas, para que la producción no pare y poder obtener así el volumen requerido. Las horas estándar por 100 piezas, es decir, las horas necesarias para producir 100 piezas, es de 2,96, y la media de piezas al día de 897, para obtener un total de

185760 piezas al año se necesitarían 4840,23 horas estándar, actualmente las horas disponibles (5520h) son un número mayor a las necesarias (4840,23h), para evitar perder producción debido a las averías. En el siguiente gráfico se muestra el desglose por meses de las horas necesarias y disponibles de la célula en los siguientes meses:

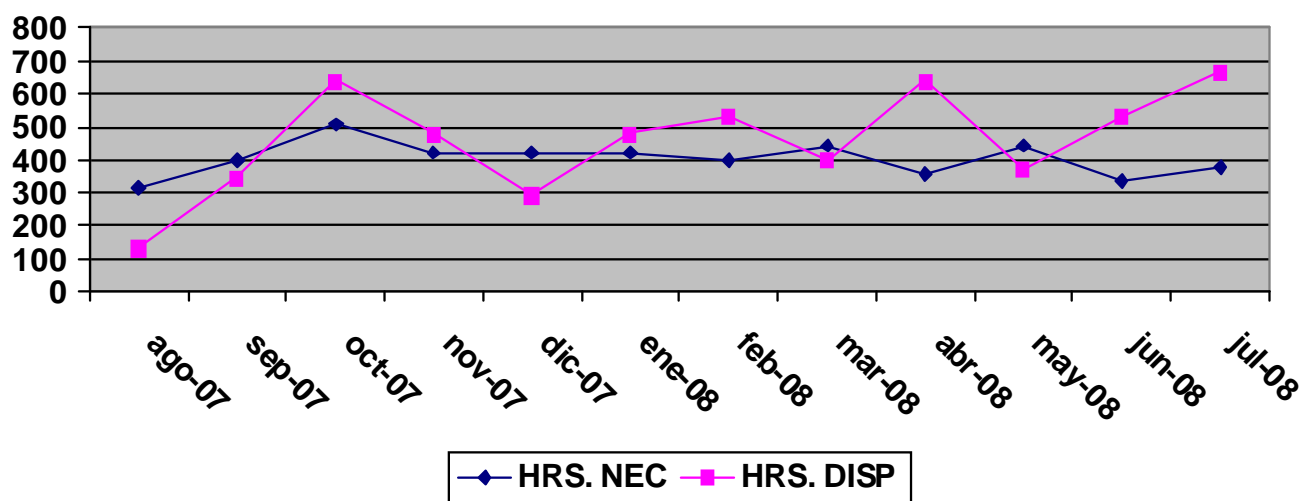


Gráfico (1.2.1). Producción

En la tabla que se encuentra a continuación se muestra la cantidad de piezas a mecanizar. La mayor producción que se prevé en el periodo de un año (a partir de agosto del 2007), se obtiene en el mes de octubre, y los meses de menor producción serán junio y agosto del 2008:

REFERENCIA	Ago07	Sep07	Oct07	Nov07	Dic07	Ene08	TOTAL
R-120638	12065	15340	19440	16160	16160	16160	
	Feb08	Mar08	Abr08	May08	Jun08	Jul08	
	15340	16980	13735	16980	12880	14520	185760

Tabla (1.2.2)



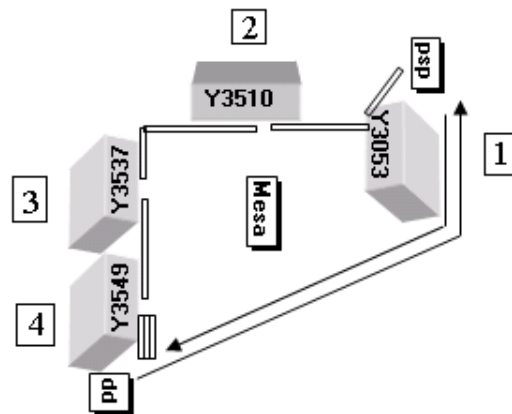
En la siguiente tabla se muestra el número de horas estándar, las horas disponibles que ha estado la máquina al mes (sin paradas debidas a averías, mantenimiento, etc.), y las necesarias para realizar la producción de las piezas de la tabla (1.2.2), además de los días hábiles del mes y el número de operarios necesarios para la producción de dichas piezas:

	Ago07	Sep07	Oct07	Nov07	Dic07	Ene08
HRS. STD (h)	357,12	454,06	575,42	478,34	478,34	478,34
HRS.NEC (h)	314,37	399,70	506,54	421,07	421,07	421,07
DÍAS HÁBILES	5	13	24	18	11	20
HRS.DISP (h)	133,33	346,67	640,00	480,00	533,33	400,00
Nº OPER	8,49	4,15	2,85	3,16	5,17	3,16

	Feb08	Mar08	Abr08	May08	Jun08	Jul08	TOTAL
HRS. STD (h)	454,06	502,61	406,56	502,61	381,25	429,79	5498,50
HRS.NEC (h)	399,70	442,44	357,88	442,44	335,61	378,34	4840,23
DÍAS HÁBILES	20	15	24	14	20	25	207
HRS.DISP (h)	533,33	400,00	640,00	373,33	533,33	666,67	5520,00
Nº OPER	2,70	3,98	2,01	4,27	2,27	2,04	3,16

Tabla (1.2.3)

A continuación se muestran unas imágenes de la disposición de la célula antes de la automatización:



LEYENDA

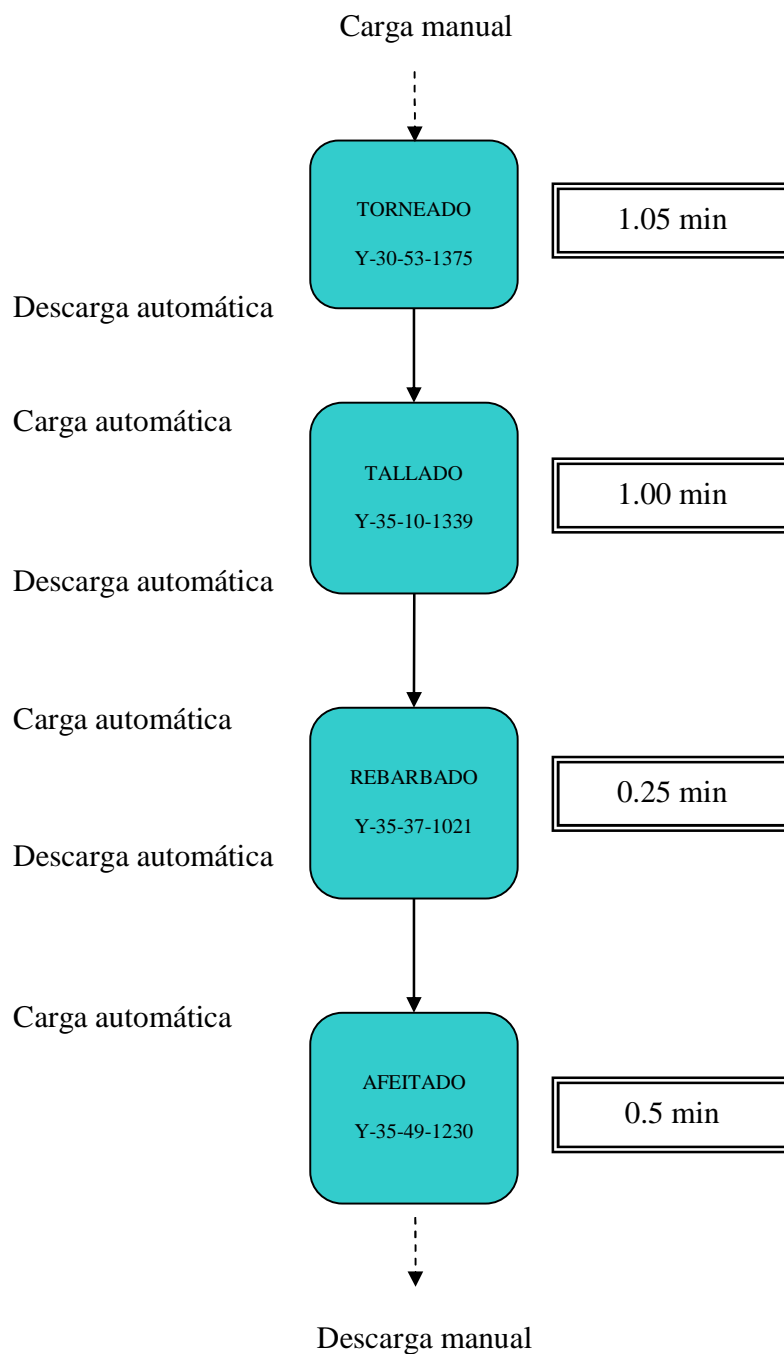
- 1 → Torno
- 2 → Talladora
- 3 → Rebarbadora
- 4 → Afeitadora

Imagen 1.2.4. Croquis de la zona de trabajo



Imagen 1.2.5. Vista aérea antes de la automatización de la célula

1.2.1 FLUJOGRAMA



Los tiempos aparecen detallados en el anexo (A)

1.2.2 FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE LA CÉLULA

Las piezas procedentes de fundición, principalmente de la empresa Bifrangi, son apiladas en contenedores, el operario de la célula se encarga de colocarlas manualmente en el torno, que correspondería al primer paso del proceso de mecanizado.



Imagen (1.2.2.a). Pieza antes de ser torneada y entrada al torno

- Paso 1 → Torneado: La pieza es introducida en el torno, en posición horizontal, donde se le realiza un agujero cónico que corresponderá al del eje del engranaje (orificio central), además del pulido de la pieza, que se realiza en dos fases, primero por una cara y posteriormente por la otra, también se le perfecciona el orificio central con una cuchilla. Una rampa la desplaza hasta la talladora.



Imagen (1.2.2.b). Pieza a la salida del torno

- Paso 2 → Talladora: La pieza se introduce en posición horizontal, desde una rampa que la deposita en un carril, y un cilindro hace que descienda hasta el carril que la introduce en la talladora. En este paso se mecanizan los dientes, la pieza de esta célula tiene un dentado helicoidal (El diente no lleva la misma dirección del eje), y es transportada hasta la siguiente máquina por una rampa de gravedad.

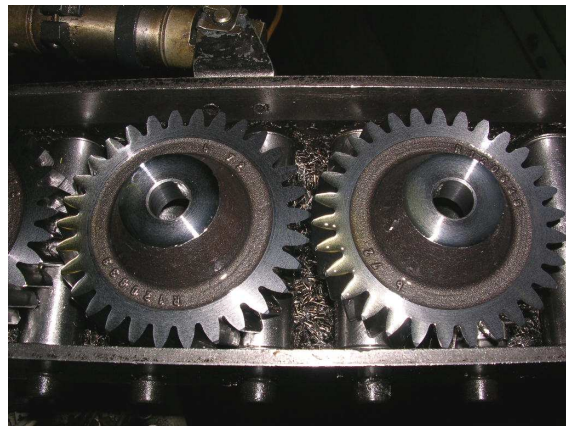


Imagen (1.2.2.c). Pieza a la salida de la talladora

- Paso 3 → Rebarbadora: A la salida de la talladora la pieza se encuentra en posición horizontal, de modo que es elevada por un cilindro neumático y recogida por una pinza que la posiciona en unos raíles de forma vertical. Al final del recorrido de dicho raíl, es cogida por otra pinza que la coloca en el soporte del cilindro que la introducirá en la rebarbadora, donde serán eliminadas las rebabas que pueda tener el engranaje como consecuencia del tallado de los dientes. Al término de este proceso el cilindro volverá a su posición inicial y otra pinza la depositará en otro raíl similar al anterior que la conducirá a la siguiente máquina.

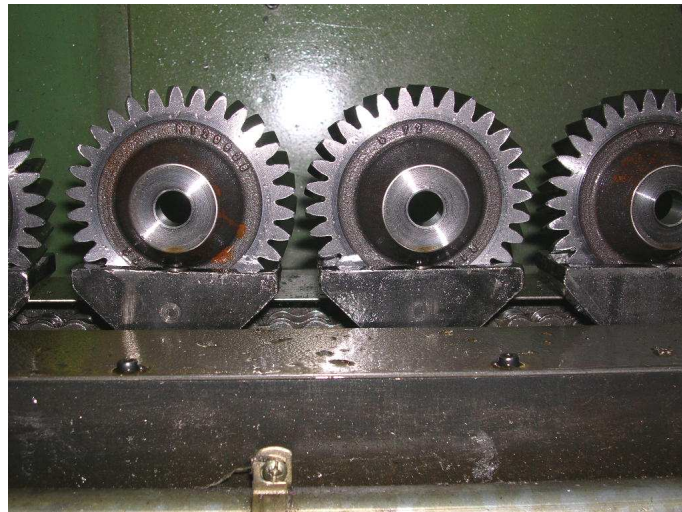


Imagen (1.2.2.d). Pieza a la salida de la rebarbadora

- Paso 4 → Afeitadora: El proceso para cargar la afeitadora es similar al de la rebarbadora, entra en posición vertical, y una pinza deposita la pieza sobre el soporte del cilindro que la introducirá en la máquina. La afeitadora proporciona un buen acabado en la pieza. Al acabar este proceso una pinza depositará la pieza en posición vertical en un carril, por el que descenderá por gravedad.



Imagen (1.2.2.e). Pieza a la salida de la afeitadora

Posteriormente la pieza se colocará en un soporte para escurrir el aceite con el que sale y finalmente pasará a tratamientos térmicos donde se la hará una cementación, para que tenga un mayor porcentaje de carbono y aumente así la dureza.

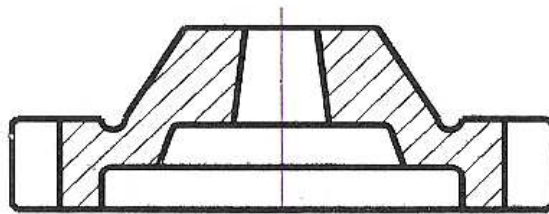


Imagen (1.2.2.f). Secado de la pieza

El tiempo de ciclo de cada pieza es de aproximadamente 1 minuto. La entrada de piezas tiene una capacidad para 30 piezas por lo que el operario tiene que cargarlo cada 30 minutos. La salida tiene una capacidad de unas 27 piezas.

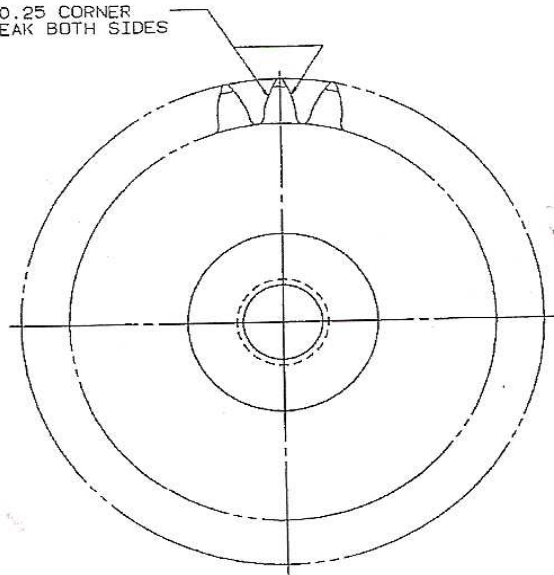
1.2.3 ENGRANAJE

La pieza que se mecaniza en esta célula es un engranaje de bomba de aceite, con número de referencia R-120638. Tiene un peso de 1kg, y el número de dientes después del tallado es de 30. Tiene un dentado helicoidal, es decir, va engranando poco a poco y no de una vez como en el caso del dentado recto, esto evita ruido y hace que el engrane sea más suave.



Dibujo (1.2.3.a). Alzado de la pieza de fundición

CASSER LES ANGLES A 0-0.25
DES 2 COTES
0-0.25 CORNER
BREAK BOTH SIDES



Dibujo (1.2.3.b). Planta del engranaje

1.3 ANÁLISIS DEL PROYECTO

Para llevar a cabo el proceso de automatización, debemos realizar un estudio de mantenimiento para ello analizamos el número de averías, el coste, y el número de horas de parada que han tenido las máquinas, durante el año 2006 y 2007, la estadística se ha realizado durante el 2006 y 2007, que son los datos más actuales (los resultados en años anteriores son similares), que se encuentran en la célula 142.

En los siguientes gráficos se muestra dicho análisis de las averías:

Número de fallos:

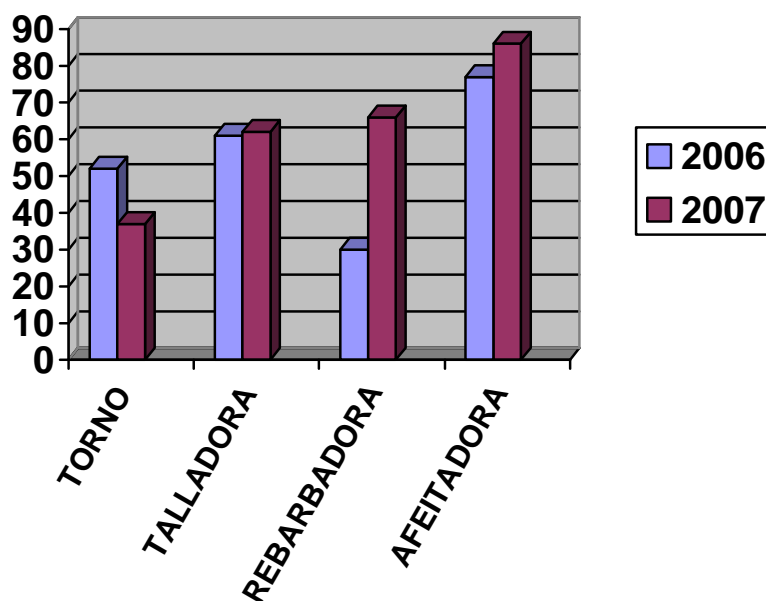


Gráfico 1.3.1

Coste de las averías (Euros):

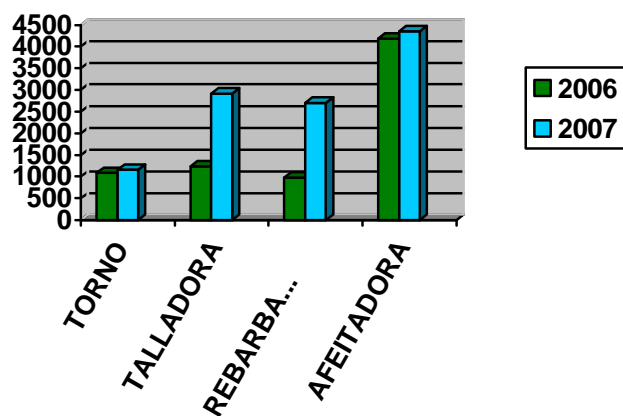


Gráfico 1.3.2

Número de horas de parada:

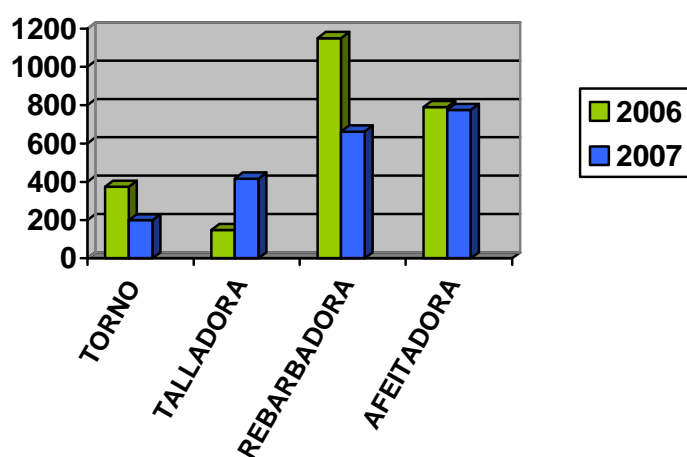


Gráfico 1.3.3

En la gráfica que se muestra a continuación se puede comprobar que la disponibilidad de la célula es inferior al 85%, que es lo mínimo estipulado por la empresa para las células automatizadas.

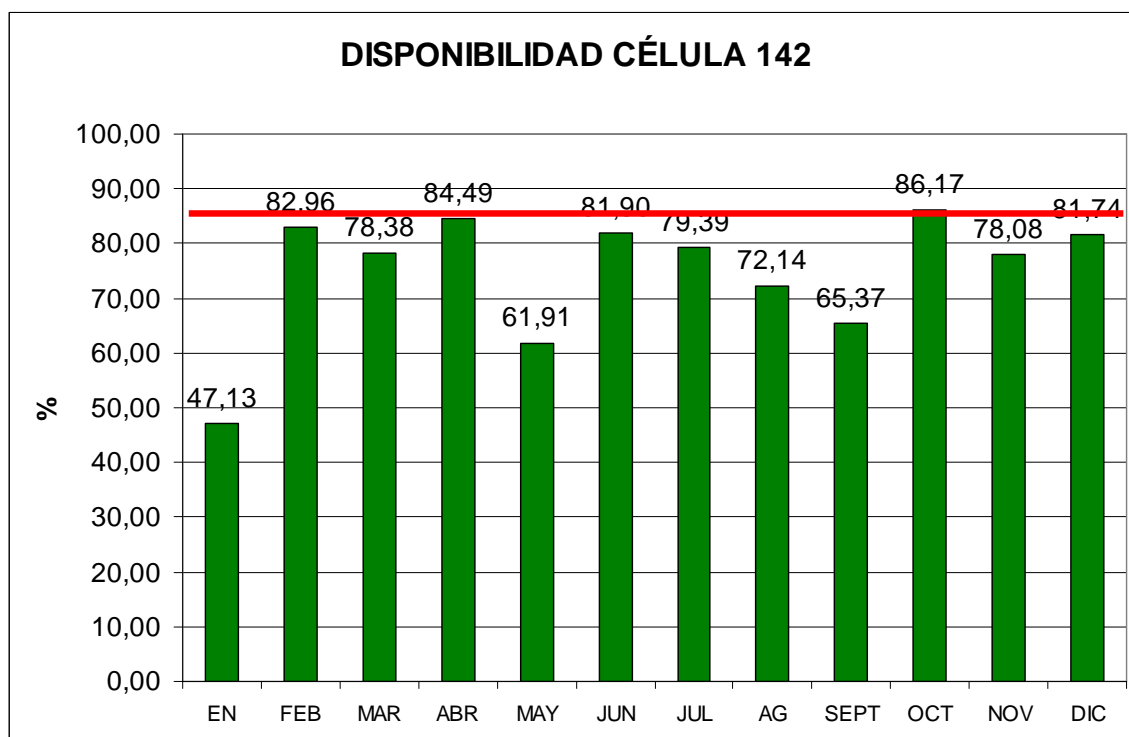


Gráfico 1.3.4

En el anexo B, se adjunta la disponibilidad de cada una de las máquinas de la célula durante el año 2007. Esto viene desglosado en 5 gráficas por máquina, que nos indican el tiempo de las averías, el número de averías, el tiempo medio entre fallos, el porcentaje de averías, y el tiempo medio entre reparaciones.

Como observamos en los gráficos 1.3.1 al 1.3.3, las máquinas más problemáticas son la rebarbadora y afeitadora, ya que son en las que más averías se producen y mayor tiempo permanecen paradas. Para averiguar la causa de estas paradas analizaremos por separado ambas máquinas:

Se analizan las ideas previas que se tienen (sin conocimiento del fallo), sobre las posibles causas que pueden provocar las paradas de las máquinas. Esto se realiza con la teoría de las cuatro M [1], es decir, un problema puede estar generado por 4 razones (Machine, Method, Man y Material), representado cada uno de ellos por una línea, y a partir de cada caso, salen ramificaciones con el motivo concreto que puede generar el problema:

REBARBADORA

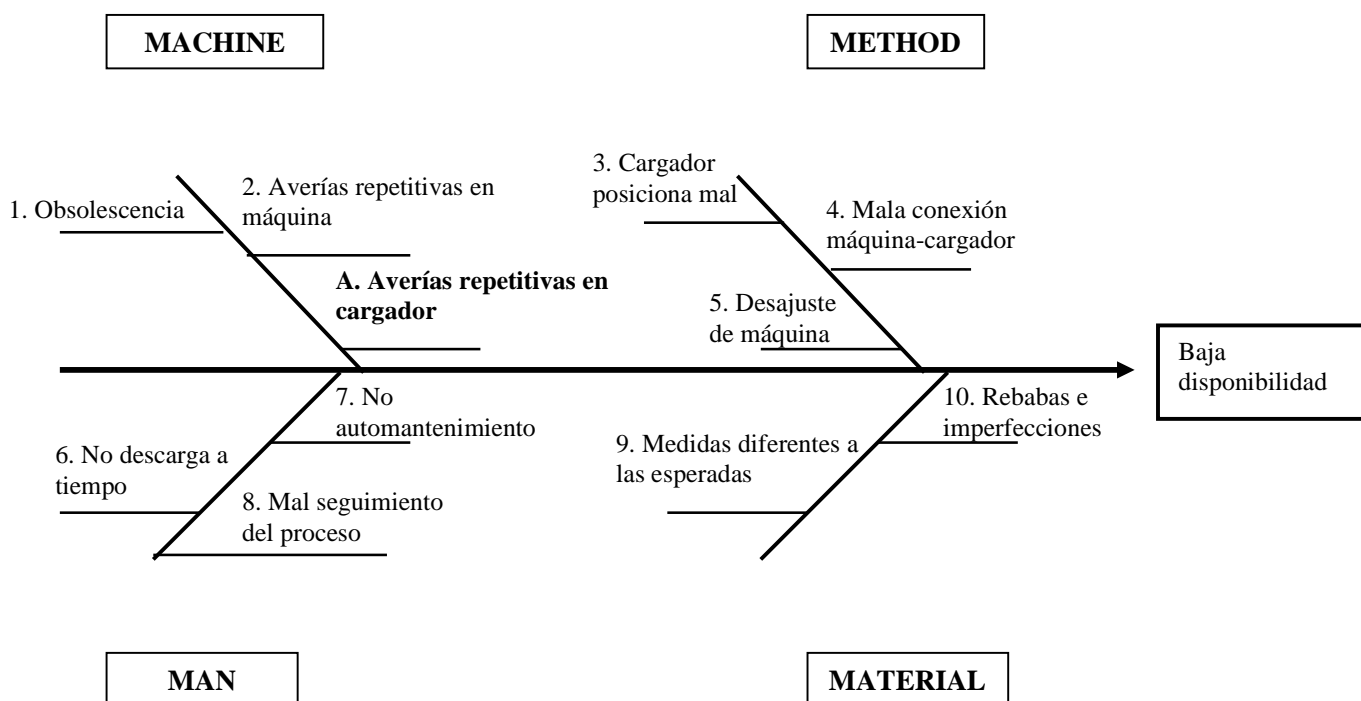


Figura 1.3.5

A continuación se analizan cada una de las posibles causas que se muestran en la figura 1.3.5, y de este modo se obtienen las conclusiones sobre el problema:

1. Máquina no obsoleta.
2. Las averías no son repetitivas en la máquina.
3. El cargador posiciona correctamente.
4. Buena conexión entre la máquina y el cargador.
5. La máquina está ajustada.
6. La descarga se realiza cuando el carril de salida se encuentra lleno.
7. Existe automantenimiento.
8. Control correcto del proceso.
9. El material se ajusta a las medidas estandarizadas.
10. El material sale sin imperfecciones.

A. Averías repetitivas en cargador: Las averías son constantes y repetitivas en el cargador.

¿Qué falla principalmente? La sensórica. → Por lo tanto es necesario un sistema más fiable y con menor sensórica.

AFEITADORA

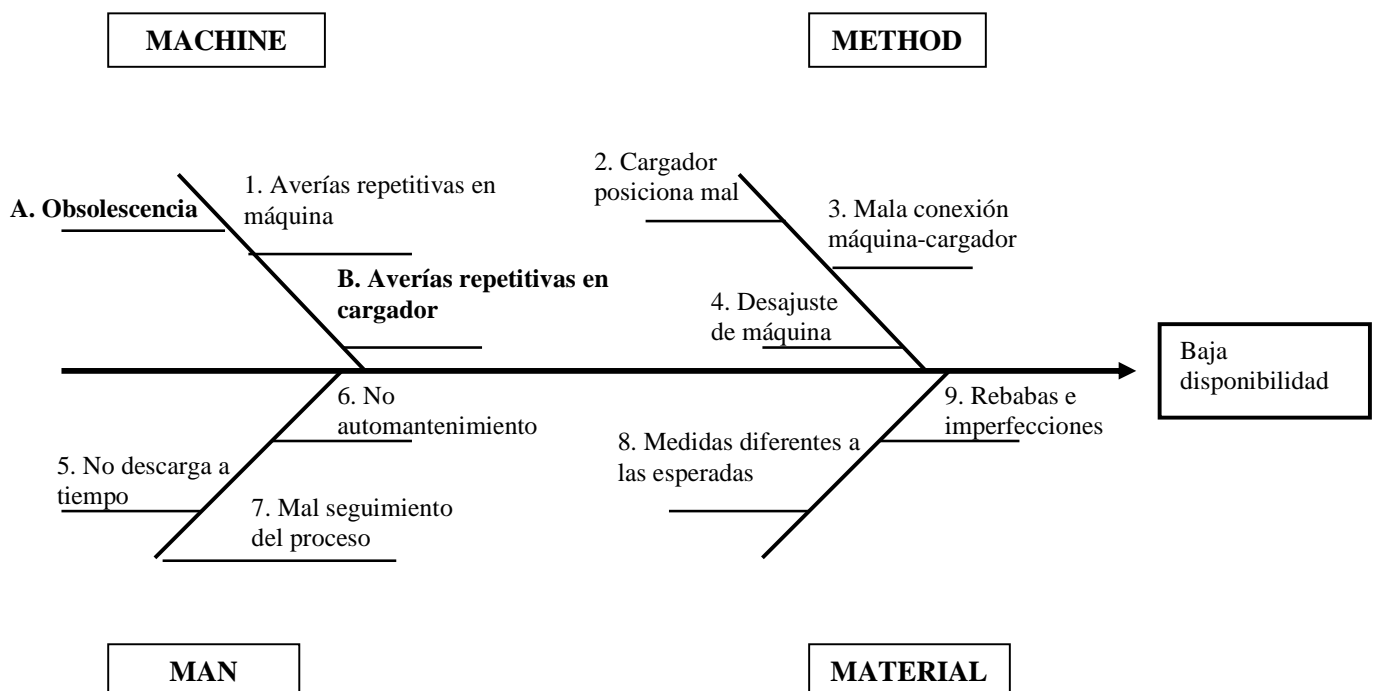


Figura 1.3.6



Se analizan las posibles causas mostradas en la figura 1.3.6, y de ahí se sacan las conclusiones del problema:

1. Las averías no son repetitivas en la máquina.
2. El cargador posiciona correctamente.
3. Buena conexión entre la máquina y el cargador.
4. La máquina está ajustada.
5. La descarga se realiza cuando el carril se salida se encuentra lleno.
6. Existe automantenimiento.
7. Control correcto del proceso.
8. El material se ajusta a las medidas estandarizadas.
9. El material sale sin imperfecciones.

A. Máquina obsoleta. → Es necesario reemplazarla por otra, para evitar fallos y que se ajuste mejor a la automatización.

El modelo de la nueva afeitadora es HURTH ZSA 220. (Anexo C)

B. Averías repetitivas en cargador: Las averías son constantes y repetitivas en el cargador.

¿Qué falla principalmente? La sensórica. → Es necesario cambiar el actual cargador por un sistema más fiable y con menor sensórica.

En el punto 1.6 Viabilidad económica, se puede observar cómo aproximadamente la mitad de los fallos producidos tanto en la rebarbadora como en la afeitadora son ocasionados por el sistema de carga, por ello y por el análisis anterior de las 4 M, se llevará a cabo el proyecto, ya que con la automatización del nuevo sistema de carga se pretende eliminar esos fallos, obteniendo un sistema más fiable, que abarque toda la producción requerida.

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo del Proyecto es la automatización de la célula 142, con todas las revisiones y cambios que esto requiera.

Debido a la falta de fiabilidad en los cargadores actuales de la célula, y a la baja cobertura productiva $< 85\%$, se necesita fabricar un nuevo sistema de transporte y carga de la máquina rebarbadora y afeitadora, que sea más simple y robusto, con menos elementos y sensórica, aprovechando los nuevos sistemas neumáticos y eléctricos, para ello se ha pedido a la empresa DSA la construcción y montaje de dicho cargador.

De las averías que se producen en la rebarbadora y afeitadora, mostradas en el apartado 1.3, en su mayoría son provocados por los cargadores, como se muestra en las gráficas 1.6.1-1.6.4:

- En el caso de la rebarbadora el porcentaje de fallos debido al cargador que existe actualmente, es aproximadamente del 48% y en el caso de la afeitadora del 54%.

Este es el motivo principal por el que se plantea este proyecto, ya que con la automatización no se prevé el aumento de producción si no que todo el pedido se haga en la fábrica, y no haya que adquirir ninguna pieza del exterior como se hace actualmente para llegar a los objetivos de dicha producción.

Con todo esto se pretende además que exista una disminución de fallos, y por tanto un ahorro de coste y menor tiempo de parada, para así tener una cobertura de producción superior.

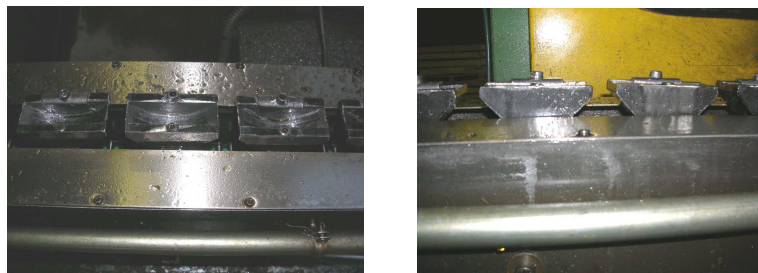


Imagen (1.4.1). Sistema de carga actual

La idea es colocar un pórtico, con un cartesiano que disponga de pinzas que carguen y descarguen las máquinas.

Para iniciar la secuencia de carga de la rebarbadora se pretende añadir una curva al cargador realizada con barras metálicas, como se muestra en la imagen 1.4.2, para que la pieza quede en posición vertical, sin necesidad de utilizar cilindros neumáticos que provoquen problemas de mantenimiento, ya que la pieza queda en la posición ideal de entrada a la rebarbadora.



Imagen (1.4.2) Sistema de entrada a la rebarbadora

Una vez se detecte que hay pieza, habrá un cartesiano con dos pinzas, una de las cuales cogerá la pieza a rebarbar, y la depositará en el cilindro que se encuentra enfrente a la máquina para introducirla dentro, mientras que la otra pinza sacará la pieza de la rebarbadora.

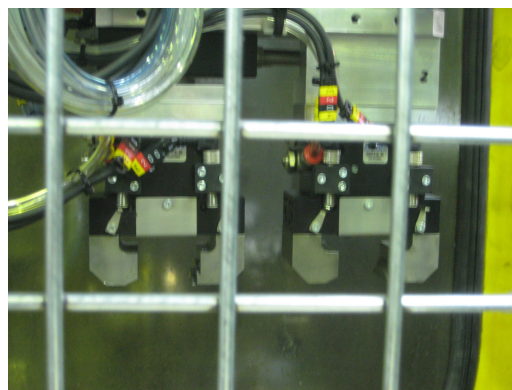


Imagen (1.4.3) Pinzas del cartesiano

La pinza giratoria depositará la pieza rebarbada en un transportador de gravedad por el que descenderá hasta la entrada a la afeitadora.



Imagen (1.4.4) Rampa de salida de rebarbadora y entrada de afeitadora

A la entrada de la afeitadora la pieza será elevada hasta la pinza, con un cilindro neumático, y la secuencia del cartesiano será de forma similar a la rebarbadora

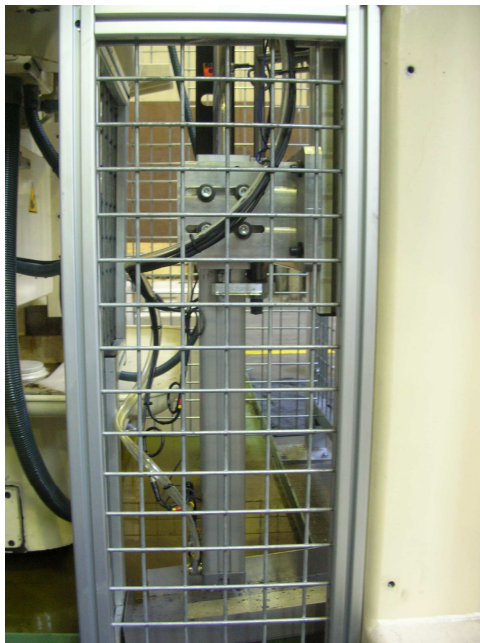


Imagen (1.4.5 y 1.4.6) Cilindro neumático de la afeitadora

La salida de la afeitadora tendrá un sistema que acumule al menos 35 piezas, en el menor espacio posible.

Dicha salida será un transportador con dos carriles y un dosificador que desvíe las piezas de un carril a otro, sin elevar la pieza. Éste transportador almacenará las piezas simultáneamente en uno u otro carril, o bien podrá ser usado un solo carril como medida de protección por si existiese un fallo en alguno de ellos.



Imagen (1.4.7) Transportador de salida de la afeitadora

Con todo esto se pretende:

- La seguridad del personal
- Facilidad de mantenimiento y bajo coste del mismo
- Alargar la vida útil de los equipos
- Procesos que garanticen las expectativas de nuestros clientes

Para mayor seguridad de manipulación, ambos cartesianos se enjearán, colocando un autómeta con pantalla táctil exterior que permita su manejo, y con paradas de emergencia, que permitan abrir las puertas con seguridad.

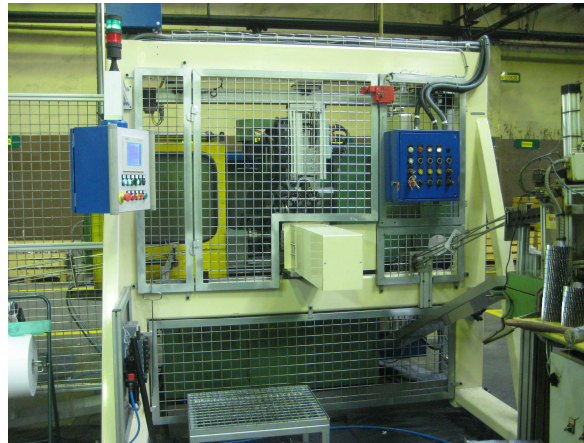


Imagen (1.4.8) Rebarbadora enrejada

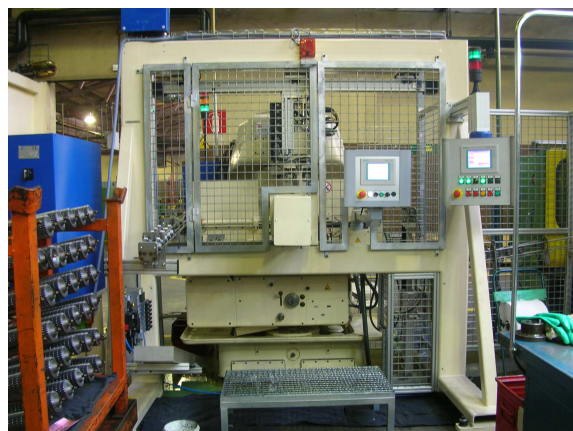


Imagen (1.4.9) Afeitadora enrejada

Se decidió colocar un cargador en vez de un brazo de robot, por su mayor eficacia, ya que el robot tiene que actuar de forma secuencial, en vez de paralela como lo hace el cargador, de tal manera que con el cargador todas las máquinas se pueden cargar y descargar al mismo tiempo, mientras que con el robot tendría que esperarse a descargar una, para después ir a descargar otra.



1.4.1 OBJETIVOS PARTICULARES DEL PFC

Todos los objetivos citados anteriormente fueron llevados a cabo por un equipo de trabajo, pero entre ellos los objetivos particulares realizados fueron:

- Análisis de las causas del problema. Este proyecto surgió a partir de la baja cobertura de producción que tenía esta célula, por lo que hubo que analizar las posibles causas del problema, para poder obtener una solución. Esto se realizó con el método de las 4M o Diagrama de Ishikawa, que se muestra en el punto 1.3.
- La dirección y organización del proyecto, es decir, el modo y el momento de realización de cada uno de los cambios que hubo que realizar, para que afectasen lo mínimo posible a la productividad. Además del contacto con proveedores.
- Colaboración en la adecuación de la rebarbadora, que aparece detallado en el punto 1.5.3, realización de los planos eléctricos del armario de la rebarbadora que se muestran en el punto 2, y adquisición de los materiales que se ajustasen a las necesidades (materiales descritos en el desglose del presupuesto, punto 3.2).
- Diseño de la integración del robot en máquina, es decir, el diseño de las especificaciones requeridas para que el nuevo sistema de carga se ajustase a las necesidades de las máquinas que ya existían en la célula y a los objetivos del proyecto. Dichas especificaciones aparecen en el punto 1.5.
- Análisis de la viabilidad económica, que aparece desarrollado en el punto 1.6.



1.5 EJECUCIÓN DE CONTRAMEDIDAS

1.5.1 MEJORA DE MANIPULACIÓN

Para la mejora de la manipulación se pidió a la empresa DSA, la construcción de una doble estación de manipulación con cargadores automáticos independientes para las máquinas de rebarbado y afeitado en la célula 142. Para la planta de fabricación de John Deere Ibérica S.A.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES CELULA 142:

Con doble estación de manipulación independiente.

La estación está dividida en cuatro estaciones:

· Estación 1

- Sistema de salida desde talladora a máquina rebarbadora.
- Selector de pieza a pieza.
- Nido de apoyo de pieza.

· Estación 2

- Manipulador con eje “X”, “Z” para manipulación de carga y descarga de máquinas rebarbadora y afeitadora y sistema de acumulación de piezas.
- Eje “X” con carro, con guías y patines la transmisión por correas accionada con servomotor.
- Sobre el carro eje “X”, se montan dos carros ejes “Z” accionados con cilindros compactos de carrera 100 mm. y en cada extremo de los cilindros dos actuadores de giro de 180° y sobre ellos dos pinzas “Sommer” de accionamiento paralelo para la recogida de piezas.

· Estación 3

- Mesa de acumulación de piezas con capacidad de 40 piezas.

· Estación 4

- Utillaje de carga y descarga de piezas en máquina (rebarbadora o afeitadora).
- Cilindro lineal con patines y raíles y cuna de piezas. Sistema de unión de manipuladores con rampa de 180° y paso a paso para recogida de piezas.



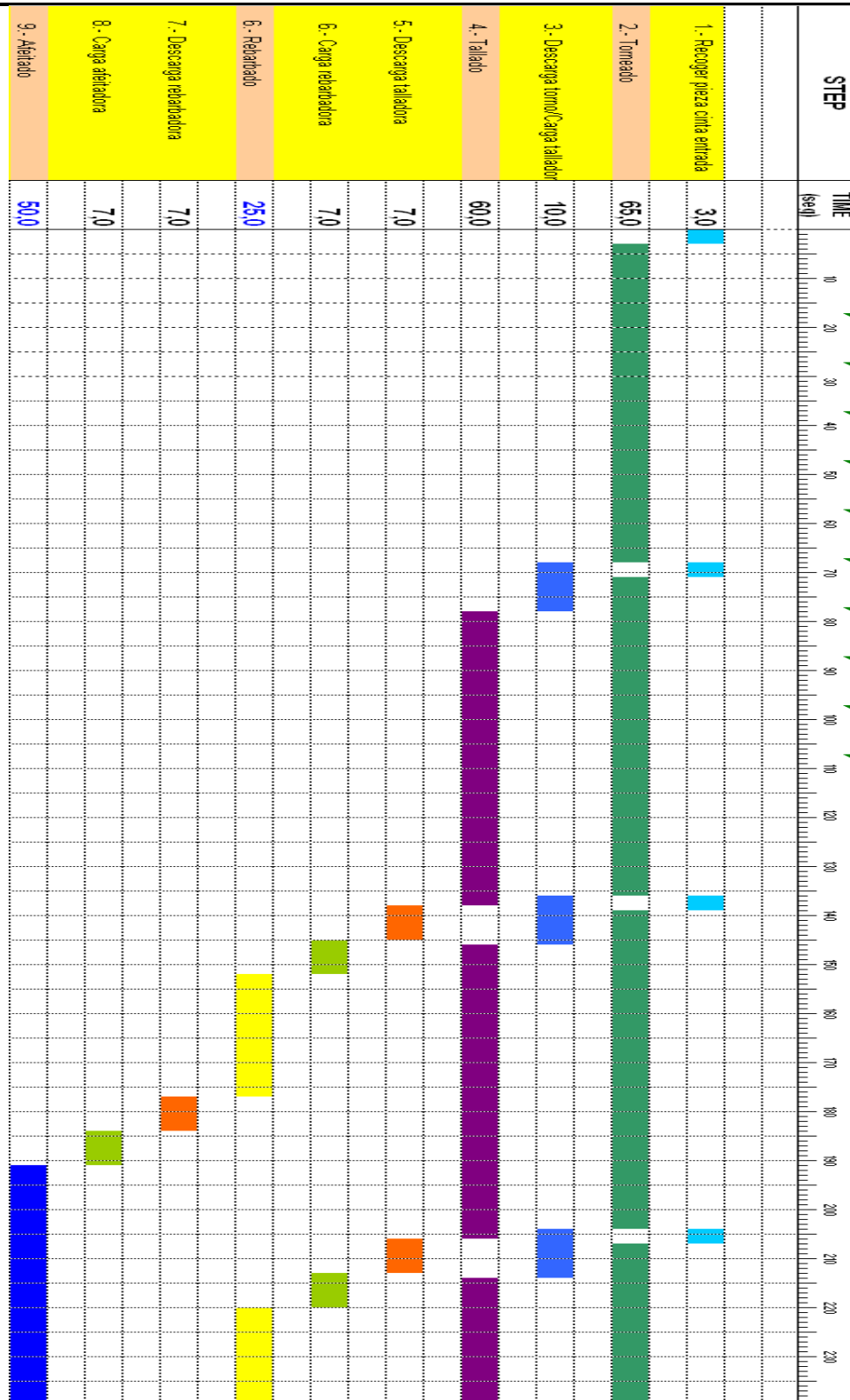
SECUENCIA DE TRABAJO CICLO AUTOMÁTICO:

- Desde la máquina de tallado van saliendo piezas de forma horizontal por una rampa por gravedad.
- Las piezas se desplazan por la rampa y deslizándose con un giro de 90° al mismo tiempo que se va desplazando por las guías de la rampa.
- Un selector de piezas al final de la misma, va seleccionando piezas y dejándolas posicionadas en un nido, con el eje de la pieza en horizontal.
- El manipulador de la estación nº 2 con los dos ejes “Z” recoge la pieza de la estación 1, sistema de salida de pieza. Se posiciona en la máquina de rebarbado, descargando una pieza mecanizada y cargando una pieza a procesar.
- El manipulador estación 2 se vuelve a desplazar a la máquina de afeitado, descarga una pieza de la máquina y carga la pieza de la operación rebarbado.
- El manipulador estación 2 se vuelve a desplazar hasta la zona de descarga de piezas acabadas y las descarga en el sistema de acumulación de piezas.
- El sistema de acumulación tiene detectores de rampas llenas para que se vayan depositando piezas en las demás rampas, estos detectores utilizarán la sensórica de protección, es decir, mostrando “1” en caso de no haber pieza y “0” en caso de haberla, para en caso de avería, por ejemplo rotura del cable, seguirá mostrando “0” aunque no haya pieza, y de ese modo no seguirá acumulando piezas estando el carril lleno.

Requisitos generales de las células

1. La máquina cumple las normas de seguridad europeas CE.
2. Se colocará una pantalla de fluorescentes, que proporcione unas condiciones de luminosidad adecuadas al puesto de trabajo.
3. Todos los materiales de las líneas serán en lo posible estándar, con objeto de facilitar el mantenimiento de los mismos y disminuir el tiempo en las intervenciones.
4. El control de la máquina. Autómata Siemens, panel de control, armario eléctrico general.

→ A continuación se muestra el cronograma de la secuencia de trabajo





DISEÑO DEL CONTROL DE CÉLULA

El diseño del control de célula se ceñirá a la forma de trabajo de la célula. A continuación se muestran las especificaciones que se diseñaron y debía cumplir el cargador:

VENTANAS DEL AUTÓMATA

Estas son las ventanas que mostrará la pantalla de control de la célula, gobernada por el autómata del cargador.

VENTANA PRINCIPAL

Esta ventana simulará la colocación (layout) de las máquinas en la célula.

Pulsando en el botón correspondiente a la rebarbadora o afeitadora accederemos a:

❑ VENTANA MÁQUINA

Se accede a las señales de comunicación entre el cargador y la máquina. En caso de que el número de señales sea grande, se diferenciará entre:

- Señales de máquina a cargador
- Señales de cargador a máquina

❑ VENTANA CARGADOR

Nos aparecerán dos opciones: señales de cargador y señales de pinza

Señales de cargador	Señales de pinza
Auto ON	Garra abierta
Ciclo ON	Garra cerrada
Run ON	Garra con/sin pieza
Emergency stop	
Motor ON	
Alarma CARGADOR	
Cargador en HOME	



❑ VENTANA CONTROL

Se accede a una pantalla que da las siguientes opciones:

- Ventana control piezas
- Ventana de ciclo
- Ventana de incidencias

• VENTANA CONTROL PIEZAS

Se accede a una pantalla con las siguientes opciones:

- Número de piezas
- Ventana frecuencia histórica

NÚMERO DE PIEZAS

Al pulsar la pantalla de número de piezas, se introducirá el N° total de piezas, y el parcial que realiza cada operario, con un reset que lo deje a cero después de cada turno.

Nº Total piezas	<input type="text"/>	
Nº Parcial	<input type="text"/>	<input type="button" value="RESET"/>
		<input type="button" value="INICIO"/>



VENTANA FRECUENCIA HISTÓRICA

Al pulsar los botones de “FREC AVISO HTA.” se configura la frecuencia de cuantas piezas puede mecanizarse sin cambiar herramientas. Cuando se IGUALE esa cifra la instalación dará un aviso para que el operario cambie las herramientas. El cargador alimentará la máquina pero no dará inicio de ciclo hasta que se confirme el cambio de hta. desde la pantalla de verificación. El operario pulsará reset y se empezará de nuevo el conteo. Si se pone un 0 en frecuencia no habrá aviso.

VENTANA DE FRECUENCIA HISTÓRICA

Frecuencia	<input type="text"/>	
Piezas	<input type="text"/>	<input type="button" value="RESET"/>
		<input type="button" value="INICIO"/>

VENTANA DE CICLO

Una vez seleccionada las opciones de trabajo de las máquinas en la célula, mediante esta pantalla ponemos la célula en ciclo automático.

En esta ventana aparecerán las siguientes opciones:



Pulsador marcha ciclo: Indicamos al cargador que suba motores mediante el PLC del control de célula.

Pulsador de ciclo único: Ordenamos el inicio de un único ciclo, es decir, se introduce una pieza, se realiza un ciclo y se saca sin meter otra.

Pulsador Inicio de ciclo: Ordenamos un inicio de ciclo continuo.

OPCIÓN Fin de producción: Bajo esta designación indicamos al control que realizamos un vaciado de la afeitadora o rebarbadora terminando en posición HOME.

VENTANA DE INCIDENCIAS

El operario accederá a una ventana de este estilo cada vez que tenga que realizar una parada en la célula por algún motivo NO recogido en el estándar de producción. Se seleccionara la parada a través de un menú desplegable y se pulsará de inicio de incidencia. El sistema debe guardar la abreviatura del tipo de incidencia, la hora a la que ha dado comienzo y la hora a la que se vuelve a poner en marcha la instalación.

Al pulsar el botón de inicio de interrupción este se deshabilitará, y se habilitará el de fin de interrupción.

Esta pantalla solo estará disponible si el cargador no esta en cycle on, es decir, se deberá parar la célula.



MONTAJE FINAL

HORAS DE TRABAJO: 12:00:00 AM

HORAS INTERRUPCIONES: 12:00:00 PM

TIPO DE INCIDENCIA:

AVERIA MECANICA

TIEMPO INTERRUPCION ACTUAL: 12:00:00 PM

INICIO INTERRUPCION

FIN INTERRUPCION

El menú desplegable debe tener los siguientes mensajes, y guardar las abreviaturas especificadas al lado:

ACCIDENTE
ACCION SINDICAL
AVERIA MECANICA
AVERIA ELECTRICA
CAPACITACION
CONSULTA MEDICA
CURSO
ENFERMO
FALTA HERRAMIENTAS
FALTA MATERIAL / FALTA PIEZAS
GRAVEDAD FAMILIAR
PERMISO / VACACIONES
PROTOTIPOS O PUESTA A PUNTO
REDUCCION DE JORNADA INDUSTRIAL
RETRASO
REUNION
TIEMPO LIBRE / HORAS TRABAJADAS – "C"
TRABAJO FUERA DEL GRUPO
VISITA AL BOTIQUIN

AC
AS
AVM
AVE
CA
CM
CU
EN
FH
FM
GF
PE
PP
RJI
RT
RE
TL
Out
BO



PULSADORES CABINA EXTENDIDA CARGADOR

1 Permiso de entrada a célula.(pulsador luminoso verde)

Mediante pulsador luminoso el operario solicitará permiso de entrada a célula, siguiéndose la secuencia descrita a continuación:

1. Petición de permiso de entrada (pulsador del botón luminoso colocado en el control)
2. El botón parpadea a velocidad lenta. (para ANULAR la orden bastará con pulsar de nuevo)
3. Cuando el cargador alcanza la posición HOME (se aparta a un lateral donde no moleste, para abrir la reja de protección) la luz se queda fija (permiso de apertura).
4. Abro vallado.
5. El pulsador parpadeará a mayor frecuencia indicando que se ha abierto la reja y hay alguien manipulando el interior de la célula
6. Cuando salimos para volver a la posición inicial, cerramos puerta.
7. Pulsamos rearme de emergencia de puertas (en este instante se apagará la luz de permiso de acceso)

2 Pulsadores de Rearme de emergencias (pulsador luminoso rojo).

Dispondremos de tres pulsadores de rearme correspondientes a:

- ☐ Rearme emergencia puerta.
- ☐ Rearme emergencia cargador.
- ☐ Rearme emergencia exterior.

Pulsador rojo iluminado indica cadena de emergencia abierta.



CONDICIONES INICIALES.

Para que se produzca el inicio de ciclo, las máquinas deberán estar vacías y listas para carga. En caso de no estarlo, se tendrá que mostrar por pantalla las condiciones por las que no se encuentra lista.

INTERRUPCIÓN DE CICLO

En caso de que se rompa el ciclo, debemos permitir, que conociendo el cargador el estado de la maquina, pueda continuar el ciclo con las piezas semiprocesadas sin tener que vaciar la célula, retomando el ciclo de manipulación entendiend que todas las piezas en máquina se encuentran en condiciones de ser descargadas para retomar el ciclo de proceso en automático.



COMPONENTES DEL CARGADOR

ELEMENTOS NEUMÁTICOS

- Cilindros neumáticos compactos
- Cilindros neumáticos
- Electro válvulas de arranque progresivo con filtro+regulador
- Electro válvulas neumáticas biestables
- Detectores magnéticos con conectores
- Reguladores de caudal
- Reguladores de presión
- Pequeño material neumático
- Sistema de giro
- Pinzas neumáticas Sommer

ELEMENTOS ELÉCTRICOS

- Armario eléctrico principal
- Pequeño material eléctrico
- Detectores inductivos
- Instalación eléctrica armario
- PLC central (CPU + 16ED + 16SD-) S7 -313C 2 DP
- Pupitre de mando botonera con visualizador Siemens TP177A 6'' monocromo
- Módulos ET200 ecco 16 ED/16 SD
- Servomotor y controlador Siemens PROFIBUS DP

ELEMENTOS SEGURIDAD

- Protecciones exteriores con mallas y tubos estructurales con puertas de seguridad
- Parada de emergencias

1.5.2 SUSTITUCIÓN DE AFEITADORA

Como se observa en las gráficas (1.3.1 a la 1.3.3), la afeitadora es la máquina más problemática de las que componen la célula, esto añadido a su obsolescencia, son los motivos del cambio. Antes de la automatización el modelo de afeitadora es ZSU 220 HURTH

Para realizar el proceso de afeitado, la máquina dispone de un sistema de sujeción como se muestra en la siguiente imagen

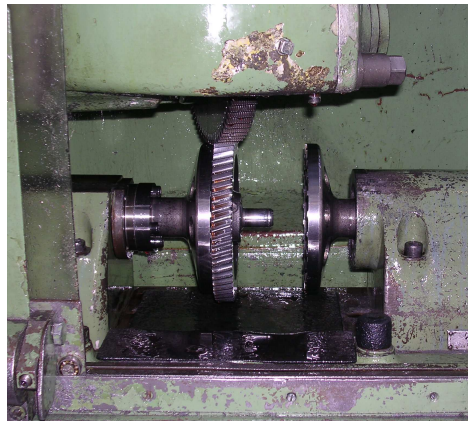
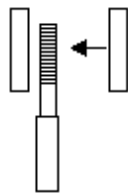


Imagen (1.5.2.a). Detalle de la afeitadora

El cilindro que introduce el engranaje en la afeitadora, posee una cuchara donde transporta el engranaje hacia el sistema de sujeción de la afeitadora, el cual dispone de una parte móvil (derecha) y una fija (izquierda). La parte móvil empuja el engranaje que se encuentra sobre la cuchara del cilindro hacia la fija inmovilizándolo contra ella, para que se pueda realizar el proceso de afeitado. El golpeo constante al que es sometido el cilindro por la parte móvil para fijar la pieza, hace que éste se vaya deteriorando, por lo que en la nueva afeitadora se decidió diseñar un utillaje que no tuviese este problema. Para ello se planteó un sistema con doble contrapunto que tuviese ambas sujeciones móviles, ya que es un proceso que se había realizado con anterioridad en John Deere ibérica en otras afeitadoras, obteniendo un resultado óptimo.

En la siguiente vista en planta se representa (Imagen 1.5.2.b) el movimiento que realiza la sujeción móvil, cuando el cilindro introduce el engranaje. Y en la imagen (1.5.2.c), aparece la pieza sujeta y el movimiento al que es sometido el cilindro.



Dibujo (1.5.2.b)



Dibujo (1.5.2.c)

La afeitadora colocada después de la automatización es el modelo ZSA 220 HURTH, que se adquirió a la empresa Mafri Europa S.L, es una afeitadora de segunda mano, que es montada en dicha empresa de acuerdo con las especificaciones necesarias para cada caso, en el nuestro, se ajustó el cuerpo original de la máquina, al nuevo utillaje de doble contrapunto.



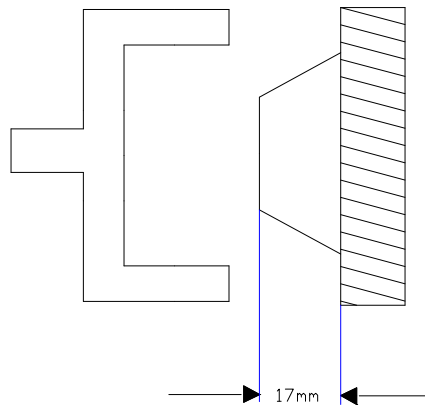
Imagen (1.5.2.d). Afeitadora despiezada



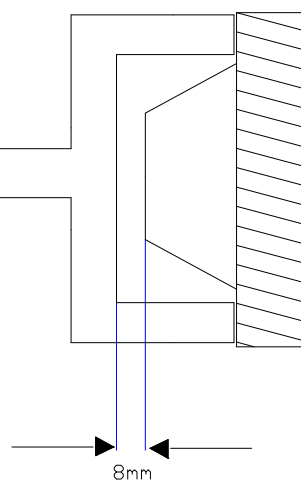
Imagen (1.5.2.e). Afeitadora despiezada

UTILLAJE

Para poder conservar el cuerpo original de la afeitadora, el recorrido máximo que se le podía colocar al contra punto de la izquierda era de 25mm. El engranaje que se mecaniza en esta célula, dispone en unos de sus laterales de un saliente adherido. Dicho saliente mide 17mm, por lo que se dispone de un margen de 8mm. A continuación se muestra el utillaje que se diseñó para ajustarlo a la afeitadora:



Dibujo (1.5.2. f)



Dibujo (1.5.2. g)

1.5.3 ADECUACIÓN DE REBARBADORA

Para soportar los cambios realizados en la célula, y ahorrar en averías, se decidió cambiar el actual armario eléctrico de la rebarbadora por un autómata, con soporte para profibús, (puesto que da menos problemas y las averías se encuentran más localizadas), evitando así tanto cableado y conseguir que todas las señales se transporten por una sola línea.

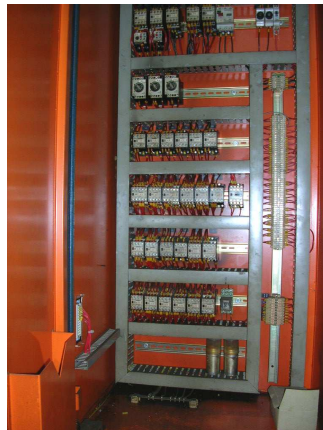


Imagen (1.5.3.a). Cuadro eléctrico afeitadora

Se decidió utilizar un S7-200 observando las necesidades de la máquina en los planos eléctricos de la misma. De esta gama de autómatas se cogió el que mayor número de entradas y salidas tiene para las actuales y posibles ampliaciones futuras. El autómata escogido es CPU 226 con DP.



Imagen (1.5.3.b). Autómata CPU 226 DP



Imagen (1.5.3.c). Detalle puerto profibús

En el anexo D se muestran los datos técnicos del autómatas.

Para alimentar el autómatas se colocará una fuente de alimentación SITOP SMART 5A, los datos técnicos se encuentran en el anexo E.



Imagen (1.5.3.d). Fuente de alimentación SITOP smart

A la salida del autómatas se colocarán unos relés, ya que este modelo no los lleva internamente, porque es preferible colocarlos externos, para los procesos de reparación y mantenimiento. Para ello se adquirieron relés OMRON G2R-1 SIN(S) 24 V DC, y bases de relés OMRON 10A 250V.



Imagen (1.5.3.e). Bases y relés OMRON

Los planos eléctricos del autómatas se encuentran en el apartado de planos → P7-P12 Planos eléctricos del autómatas de la rebarbadora.

El programa del autómatas se encuentra en el anexo F.

Armario eléctrico una vez realizado el cambio:



Imagen (1.4.3.f).



Imagen (1.4.3.g).

La adecuación de la rebarbadora fue realizada por Tecnitor, empresa de Getafe dedicada al mantenimiento e instalaciones industriales.

1.5.4 SEGURIDADES

Categorías de seguridad.

Cada una de las máquinas disponibles en taller deben cumplir unas categorías de seguridad definidas por la norma EN 954-1:1996 [2] en su punto 6, que establecen el comportamiento de las partes del sistema de mando relativas a la seguridad con relación a la resistencia a defectos.

Se establecen 5 categorías (B, 1, 2, 3, 4), donde la categoría B es la básica, donde un solo defecto puede llevar a la pérdida de la seguridad, y la categoría 4 la más restrictiva, especificando la resistencia a acumulación de defectos.

Las máquinas con categorías inferiores deberán sufrir un “reajuste” que eleve su categoría al nivel 4, de obligado cumplimiento en las máquinas empleadas.

Las especificaciones de las categorías son las siguientes:

- CATEGORÍA B: las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad deben ser, como mínimo, diseñadas, construidas, seleccionadas, montadas y combinadas de acuerdo con las normas pertinentes, utilizando los principios fundamentales de seguridad para la aplicación considerada, de manera que puedan resistir:
 - las solicitudes de funcionamiento previstas (temperatura, tipo de ciclo, presencia de picos elevados en arranque y paro, frecuencia de arranque, duración de ciclo...).
 - La influencia de los materiales procesados (ambiente, carácter magnético...).
 - Otras influencias externas relevantes (vibraciones mecánicas, interrupciones...).
- CATEGORÍA 1: debe cumplir los requisitos de categoría B y los de este apartado.

Las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad de categoría 1 se deben diseñar y construir utilizando componentes y principios de seguridad de eficacia probada, lo que implica que haya sido utilizado en el pasado dando buenos resultados en aplicaciones similares y que haya sido construido y verificado de



acuerdo con principios que demuestran su adecuación y fiabilidad para aplicaciones relativas a la seguridad.

- CATEGORÍA 2: debe cumplir los requisitos de la categoría 1 y los de este apartado. Las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad de categoría 2 se deben diseñar de manera que sus funciones se comprueben a intervalos adecuados por el sistema de mando de la máquina. Esta comprobación de las funciones de seguridad se debe efectuar:

- en el proceso de puesta en marcha de la máquina y antes de que se inicie cualquier situación peligrosa.
- periódicamente durante el funcionamiento, si la evolución del riesgo y el tipo de funcionamiento indican que esto es necesario.

La comprobación de las funciones de seguridad, que se puede iniciar tanto manual como automáticamente, debe:

- permitir el funcionamiento si no se detecta ningún defecto.
- generar una señal de salida que desencadene una señal de mando adecuada si se detecta un defecto.

La comprobación no debe conducir por sí misma a una situación peligrosa. Después de detectar un defecto se debe mantener el estado seguro hasta que se elimine dicho defecto.

- CATEGORÍA 3: debe cumplir los requisitos de la categoría 2 y los de este apartado. Las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad de categoría 3 se deben diseñar de manera que un solo defecto en cualquiera de estas partes no conduzca a la pérdida de la función de seguridad. Los fallos de modo común se deben tener en cuenta cuando la probabilidad de que ocurran sea significativa. Siempre que sea posible, el defecto se debe detectar antes de la siguiente solicitud de la función de seguridad
- CATEGORÍA 4: debe cumplir los requisitos de la categoría 3 y los de este apartado.

Las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad de categoría 4 se deben diseñar de modo que:

- un solo defecto en cualquiera de estas partes no conduzca a la pérdida de la función de seguridad y
- dicho defecto sea detectado en el momento de, o antes de, la siguiente sollicitación de la función de seguridad.

Si la detección de un defecto no es posible:

- se debe asumir que se presenten nuevos defectos
- una acumulación de defectos no debe conducir a la pérdida de la función de seguridad

Los nuevos defectos relacionados con uno antiguo deben ser tratados como un único defecto.

Comportamiento de las máquinas según las categorías.

- CATEGORÍA B: si se produce un defecto, éste puede conducir a la pérdida de la función de seguridad.
- CATEGORÍA 1: la aparición de un defecto puede conducir a la pérdida de la función de seguridad, pero la probabilidad de que se produzca dicho defecto es menor que en la categoría B.
- CATEGORÍA 2: la aparición de un defecto puede conducir a la pérdida de la función de seguridad en el intervalo entre dos comprobaciones. Mediante la comprobación se detecta la pérdida de la función de seguridad.
- CATEGORÍA 3: cuando se produce un solo defecto, la función de seguridad se desempeña siempre. Algunos defectos se detectan, pero no todos. La acumulación de defectos no detectados puede conducir a la pérdida de la función de seguridad.
- CATEGORÍA 4: cuando se producen los defectos, la función de seguridad se desempeña siempre. Los defectos se detectan a tiempo para impedir la pérdida de la función de seguridad.



Criterio de seguridad en células robotizadas.

En el caso de líneas de producción formadas por varias células, el protocolo de emergencias que regirá ésta se tratará de forma local (célula) no interfiriendo en el resto de las células que componen la línea de fabricación, aplicando para ello los criterios de operatividad del operario y zona de visualización del área de riesgo, apoyándonos, a su vez, en la UNE-EN-418:1992 [3] que en su punto 4.4.4. dice que, *“cuando la máquina está dividida en varias zonas de parada de emergencia, el sistema en su conjunto debe estar diseñado de manera que sea fácil distinguir qué órgano de accionamiento corresponde a una zona determinada”*. Por lo que distinguiremos a nivel de instalación entre una seta de PARADA TOTAL y la zonal de cada una de las células que componen el conjunto de la línea de mecanizado.

De la misma forma, en cada una de las células que constituyen el conjunto, y basándonos en el mismo punto de la norma UNE-EN-418:1992 [3], distinguiremos entre parada de emergencia en célula y la de los propios dispositivos de parada de emergencia de la máquina, la cual está seriada con la cadena de emergencia de la célula automática y cuyos efectos serán claramente distinguibles. En células simples robotizadas el criterio a seguir será este último.

Se distinguirán los siguientes casos:

- **EMERGENCIA GENERAL DE CÉLULA:** La función de parada de emergencia debe estar disponible y ser operativa permanentemente, cualquiera que sea el modo de funcionamiento. La cadena de emergencias estará diseñada de tal forma que el accionamiento del pulsador de parada en cualquier punto de la célula se transmita al resto de máquinas con independencia de encontrarnos en manual o automático.

En base a la UNE-EN-418:1992 [3] en su punto 4.4.4. el alcance de esta parada será el siguiente:

- Parada del pórtico.
- Parada de la zona de la línea de manutención.
- Parada de las 4 máquinas que constituyen la célula

-Las máquinas recogerán esta emergencia a criterio del fabricante siempre bajo la normativa europea de seguridad EN 418:1992 [3] avalada por su certificación CE.

Será necesario que el fabricante evalúe el punto 3.1 de la norma EN 418:1992 [3] en el que define parada de emergencia como *“Función destinada a evitar la aparición de peligros o reducir los riesgos existentes que puedan perjudicar a las personas, a la máquina o al trabajo en curso”*.

Haciendo hincapié en los puntos:

-4.1.4. Después de actuar sobre el órgano de accionamiento, el equipo de parada de emergencia debe funcionar de modo que se evite el peligro o se reduzca automáticamente de la mejor manera posible.

-La elección de la categoría de parada en función de la evaluación del riesgo.

-“automáticamente” significa que, después de actuar sobre el órgano de accionamiento de la parada de emergencia, el cumplimiento de la función de emergencia puede ser el resultado de una secuencia predeterminada de funciones internas.

En el caso de ciertos fabricantes este punto se traduce a parar al final del ciclo automático en curso.

-4.1.5. La parada de emergencia puede ser: Una parada de categoría 0, es decir, parada por: interrupción inmediata de la alimentación de energía de los accionadores, o desactivación mecánica (desembrague) entre los elementos peligrosos y sus accionadores y, si es necesario, frenado. O bien, una parada de categoría 1, es decir, parada controlada en la que se mantienen alimentados los accionadores para que puedan detener la máquina e interrupción de la alimentación de energía cuando se ha obtenido.

- EMERGENCIA DE PUERTA: El acceso al interior del pórtico implica la parada de emergencia de los elementos móviles dentro de la célula. Entendiéndose como tales: cartesianos, elementos móviles en máquinas, etc.



- **PERMISO DE PUERTA:** El acceso al recinto de forma controlada para cualquier manipulación manual implica una solicitud de permiso, que será comunicada a la máquina implicada, esperándose de ella confirmación de permiso recibido asegurando que no se producirá movimiento de parte móvil en el interior del pórtico.
- **SEGURIDADES EN MÁQUINAS:** Cada una de las máquinas que componen el conjunto de la célula automatizada deberán cumplir la norma europea referente a seguridad de máquinas UNE-EN-418:1992 [3].

La incidencia de cada una de las emergencias aparecerá en el correspondiente visualizador local quedándose un histórico en éste.

El rearme de estas paradas de emergencia se realizará a partir de los pulsadores colocados en el cuadro de control de la máquina donde se produjo la emergencia.

En el caso de PERMISO DE PUERTA se fijará una posición predeterminada (home) a partir de la cual el pórtico seguirá su ciclo.

Para permitir la desconexión de los auxiliares de mando de la parada de emergencia dispondremos de unos harting auxiliares de seguridad que permitan la desconexión de dicha máquina del resto de la célula, cumpliéndose de esta forma la NOTA referente al punto 4.1.1. de la norma que dice: *“cuando los auxiliares de mando de la parada de emergencia pueden ser desconectados o cuando la máquina puede ser parcialmente consignada, es conveniente tomar precauciones para evitar confusión entre los auxiliares de mando activos y los auxiliares de mando inactivos”*.

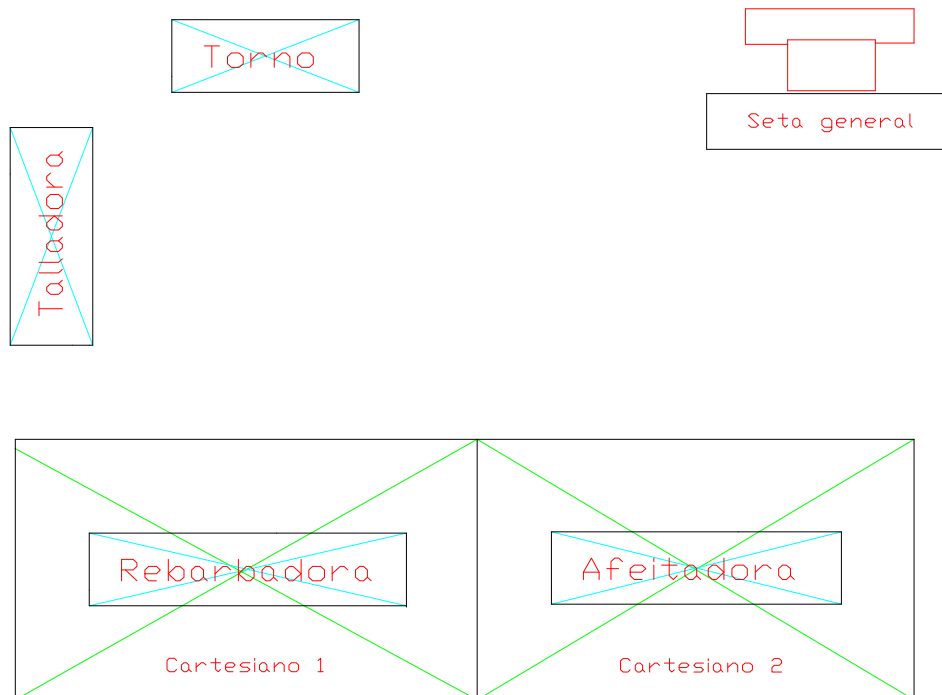
Procedimiento de emergencias.

La célula 142 constará de un pórtico, su vallado de protección y 4 máquinas de diversa procedencia, 2 de las cuales serán manipuladas por dicho pórtico, sobre el que implementar sistema de emergencias basado en una arquitectura de doble canal para categoría de seguridad 4.

El procedimiento de emergencias necesario nos debe permitir discriminar 3 escenarios:

a) Seta general de instalación.

Su propósito es el de provocar la detención de todas las máquinas así como abortar la ejecución del pósito. Estaría situada en el armario de control central de célula.

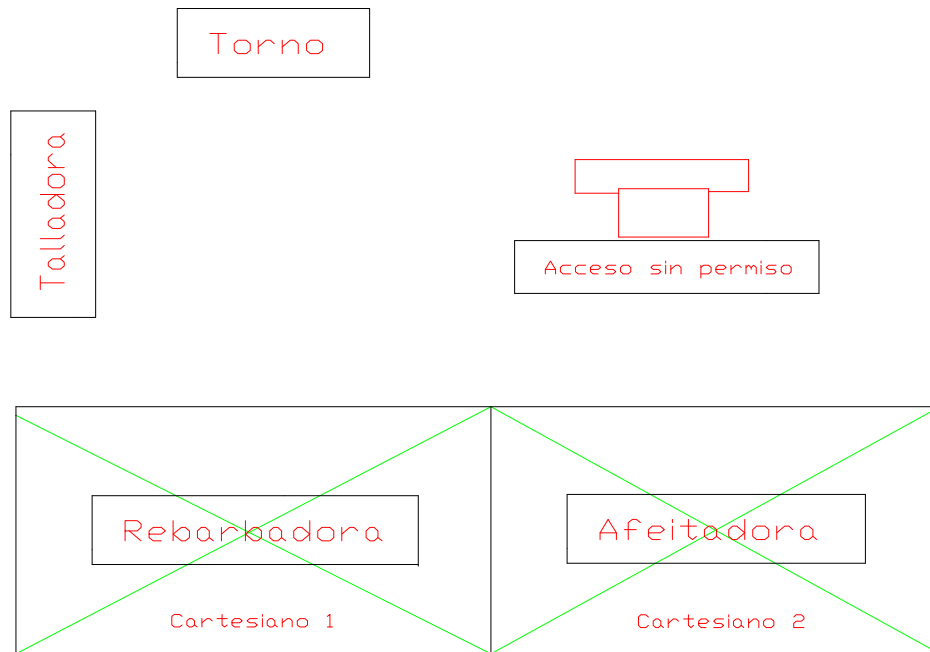


Dibujo (1.5.4.a)

b) Seguridad de acceso a la instalación.

El accionamiento se producirá a la apertura de la puerta de acceso sin permiso.

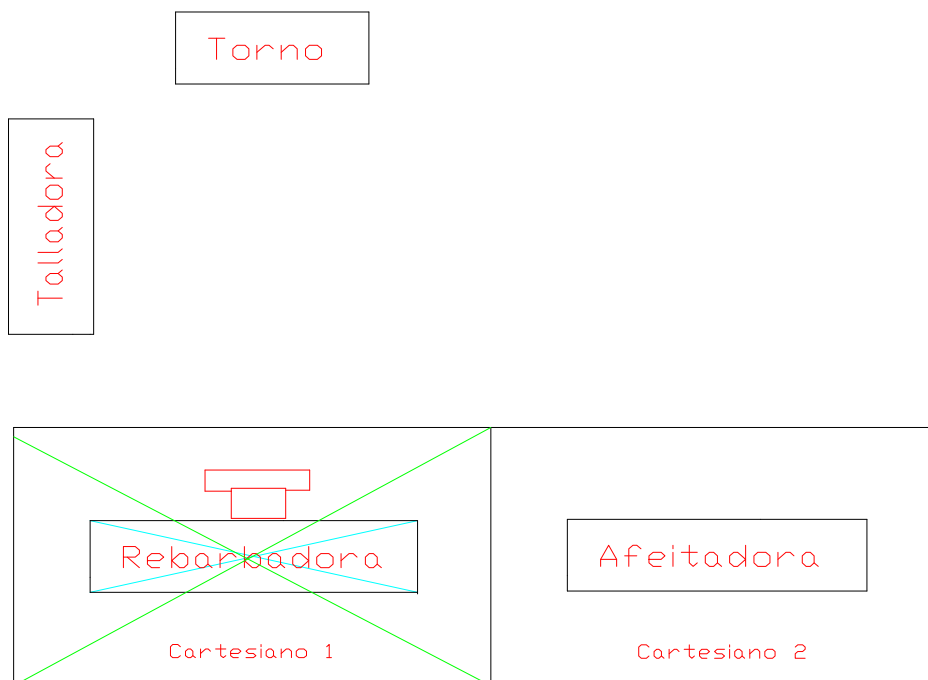
Detendrá la ejecución del cartesiano correspondiente a la apertura de puerta sin verse afectadas las máquinas que seguirán su secuencia de mecanizado.



Dibujo (1.5.4.b)

c) Seta de emergencia de máquina.

Provocará la emergencia de la máquina según las condiciones del fabricante, debiendo abortar de la misma manera la ejecución del cartesiano correspondiente a la máquina parada (No tenemos en cuenta el torno ni la talladora, puesto que su sistema de seguridad no está siendo modificado, ya que la automatización solo afecta a rebarbadora y afeitadora). Esta parada no debe afectar a la ejecución del resto de máquinas, que continuarán ejecutando su ciclo de mecanizado.



Dibujo (1.5.4.c)

Para el caso de que la emergencia se activase sobre el pórtico, el comportamiento sería idéntico a cualquier otra máquina de la instalación, encuadrándose en este escenario al presentar como resultado de esta emergencia la interrupción únicamente del ciclo de pórtico.



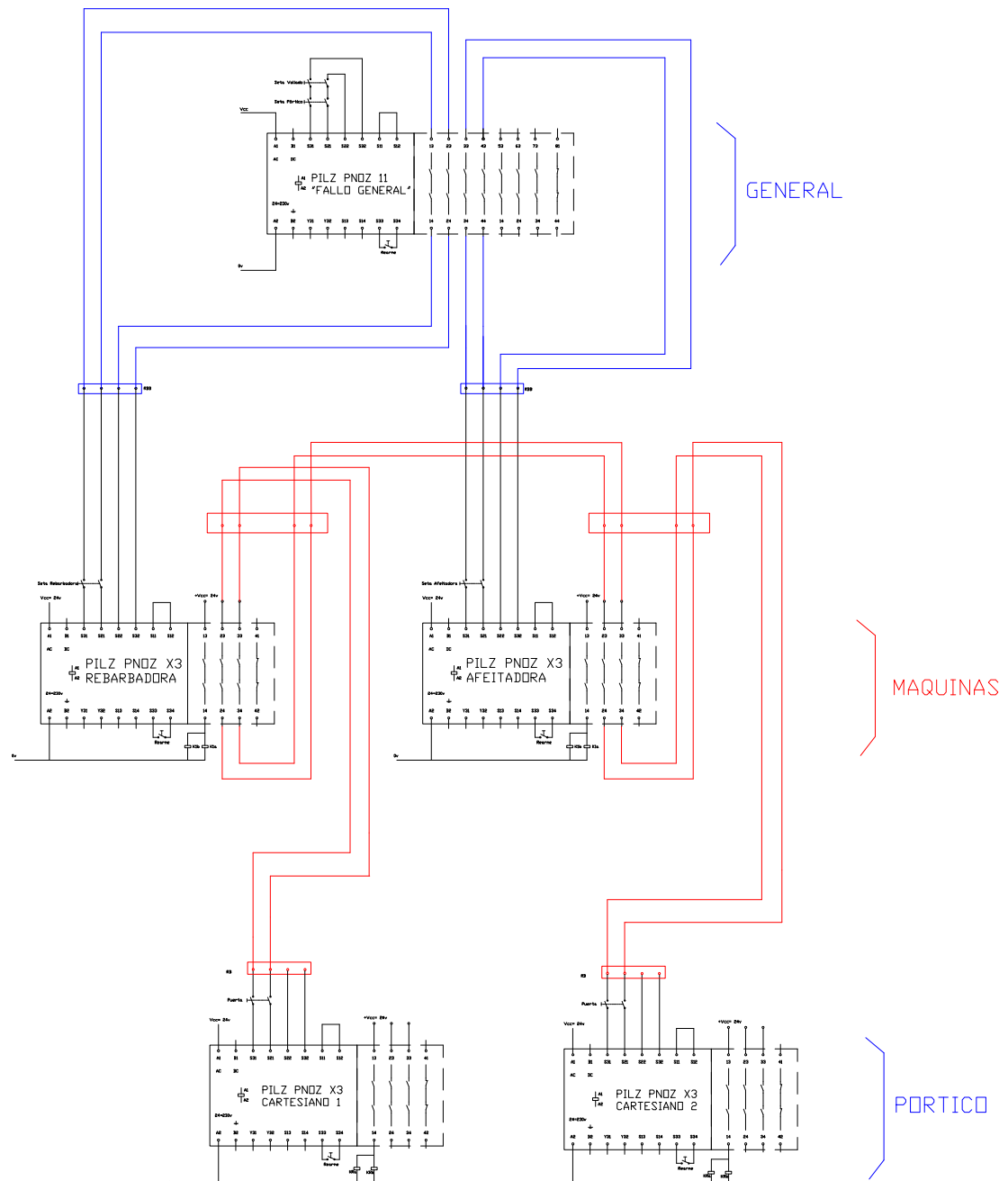
Anillo de seguridades.

A la vista de las necesidades de la instalación, se ha diseñado un anillo de seguridades (mostrado en el dibujo 1.5.4.d) que permitirá cumplir con todas y cada una de las especificaciones indicadas anteriormente. Para la estandarización llevada a cabo por JDISA, todos los componentes de seguridad deben ser de la marca Pilz.

Este anillo de seguridad emplea un módulo Pilz X11 [4] que se encargará de controlar la emergencia general de célula y, como hemos visto anteriormente, de parar toda la célula, interrumpiendo el circuito de entrada de cada uno de los dispositivos de emergencia de las máquinas.

Para el control particular de cada máquina se optó por la instalación de módulos Pilz X3 [5]. Este módulo llevará seriados en las entradas de activación uno de los contactos del Pilz X11 y la seta de emergencia de esa máquina, todo ello cumpliendo las especificaciones de seguridad en doble canal.

Las cámaras de salida de cada una de las máquinas van seriadas, de tal forma que la parada de una de las máquinas active la emergencia del pórtico.



Dibujo (1.5.4.d)

1.6 VIABILIDAD ECONÓMICA

Antes de la ejecución del proyecto se procederá a analizar la viabilidad económica del mismo, utilizando datos estimados y suponiendo mejoras de fiabilidad basadas en la experiencia obtenida en otras automatizaciones de la fábrica.

Actualmente el coste que supone el sistema automático de carga, es aproximadamente la mitad del coste de cada máquina.

En el siguiente gráfico se desglosa el porcentaje del número de averías del sistema de carga vs. La propia máquina, que es traducido de forma directa al tiempo de horas paradas y al gasto, ya que las piezas que no pueden producirse en la célula deben fabricarse en el exterior.

Máquina vs. Sistema de carga



Gráfico (1.6.1). % Coste averías 2006



Gráfico (1.6.2). % Coste de averías 2007



Gráfico (1.6.3). % Coste averías 2006



Gráfico (1.6.4). % Coste averías 2007



En vista del impacto de las averías del sistema de carga se pretende cambiar a un sistema cargador más fiable, que pueda disminuir el tiempo de parada y que permita la fabricación de mayor cantidad de piezas en la célula.¹

Por otra parte es necesario realizar mejoras de fiabilidad en ambas máquinas, para lograr el objetivo de disponibilidad estimado.

Se sustituirá la afeitadora por una de segunda mano a la que se le ha realizado una reconversión en profundidad.²

Por otra parte se instalará un autómeta en sustitución de la gestión por relés del cuadro de la rebarbadora.³

La inversión realizada para la automatización será:

▪ Cambio de la afeitadora ²	85000 €
▪ Cambio del cuadro eléctrico por autómeta ³	4708,98 €
▪ Cargador ¹	102670 €
<hr/>	
Total presupuesto	192379 €

El presupuesto se encuentra desglosado en el apartado 2.

Con el cambio se pretende ahorrar aproximadamente un 85% de gastos generados por averías en la rebarbadora por el nuevo sistema de carga, y la automatización del cuadro eléctrico, y el 85% de gastos en la afeitadora, que son los producidos por la obsolescencia de la propia máquina, y del cargador.

La cobertura actual de la célula es inferior al 85%, para suplir el porcentaje restante es necesario adquirir las piezas del exterior, lo que supone un coste adicional del que se



pretende prescindir. Actualmente se adquieren unas 25000 piezas al año de fuera de la fábrica, con un coste de 4,88 € por pieza.

	Número de piezas	Coste por pieza	Coste total
R-120638	25000	4,88 €	122000 €

Cuando se adquieren piezas al exterior, se les proporciona la forja a la empresa que se contrate, por lo que el coste total, es únicamente del mecanizado del engranaje.

Aunque se obtengan las piezas del exterior, el consumo en fábrica va a ser prácticamente el mismo, los costes de estructura (mantenimiento, compras, rr.hh., etc.), y los operarios permanecen aunque no se fabrique.

Con la automatización de la célula se pretende que la cobertura de producción sea del 100%, sin embargo para realizar la viabilidad económica estimo una producción del 95%, que se estima alcanzable en función de la experiencia en modificaciones anteriores.

Si la producción anual de piezas es de 185760, y con una cobertura del 85% se tienen que adquirir al exterior 25000 piezas. Con una cobertura del 95% obtenemos que el número de piezas, que tenemos que realizar fuera es de 6087.

	Número de piezas	Coste por pieza	Coste total
R-120638	6087	4,88 €	29704,56 €



Por lo tanto en cuanto a producción de piezas, obtenemos un ahorro de:

$$122000 - 29704,56 = 92295,44 \text{ €}$$

Como se observa en las gráficas (1.6.1 a la 1.6.2) el porcentaje de fallos debido al sistema de carga actual es aproximadamente del 50%. Con el nuevo sistema de carga, el cambio del cuadro eléctrico de la rebarbadora, y la afeitadora, se pretende un ahorro en averías (Gastos por la propia reparación del 85%). Lo que equivale a un ahorro en la rebarbadora de 2293,42 €, y de 3702,77 € en el caso de la afeitadora.

- Con estos datos obtenemos que el ahorro total al año será de aproximadamente:

$$\text{Ahorro} = 92295,44 + 2293,42 + 3702,77 = 98291,63 \text{ €}$$

El siguiente paso para calcular la rentabilidad, es el cálculo de retorno de la inversión.

Se usarán los siguientes datos:

- Depreciación: es el 10% de la inversión total.
- Resultado Operativo: Ahorro menos la depreciación.

$$\text{Resultado operativo} = 98291,63 - 19237,9 = 79053,73 \text{ €}$$

El pay back, o retorno de la inversión es el resultado de:

$$\text{Payback} = \frac{\text{Inversión Total}}{\text{Resultado Operativo}}$$



De esta manera es como se realiza la viabilidad económica para los proyectos en JDISA. A continuación se muestra la información recogida en una tabla:

Inversión total	192379 €
Ahorro anual	98291,63 €
Depreciación anual	19237,9 €
Resultado operativo	79053,73 €
Pay back (años)	2,43

Puesto que la inversión se amortizaría en menos de dos años y medio, se considera rentable acometer el proyecto.



1.7 CONCLUSIONES

Conclusiones del proyecto

En el mercado actual, el cliente lo que requiere, es la entrega del producto en el tiempo determinado para ello, independientemente de las dificultades que se tengan en fábrica a la hora de mecanizar dicho producto.

Esta situación, exige una excelencia en el mantenimiento y en la explotación de las líneas y sistemas productivos, de tal forma, que las instalaciones y procesos estén disponibles siempre que se necesiten y que cada día produzcan más y mejor, con un incremento constante de la calidad.

Es necesario atender la demanda, y conseguir la cobertura de producción óptima para cubrir las necesidades del cliente. Si no se mecaniza, en fábrica, el volumen de producto requerido por el cliente, es necesario adquirirlo al exterior, para poder entregárselo. Como objetivo principal, es necesario, mecanizar en fábrica todo el producto, para ahorrar gastos. Estas pérdidas son provocadas por el tiempo que permanecen paradas las máquinas, y por ello es necesario un análisis de las causas de parada, para poder ahorrar en costes de averías y aumentar la productividad de las mismas.

Conclusiones de mi aportación

Una vez realizado el análisis anteriormente expuesto, para este proyecto, se llega a la conclusión de que el problema reside en la obsolescencia de una de las máquinas que realizan el proceso de mecanizado, y en la poca fiabilidad que aporta el sistema de carga, por ello se decide el cambio de ambos.



Se adquiere una nueva máquina de afeitado, y se diseñan las especificaciones de un nuevo sistema de carga, además de otras adecuaciones, como las realizadas en la rebarbadora, para que se ajuste a las necesidades de la célula. Pero para poder realizar la implantación del proyecto es necesario un análisis de rentabilidad, que asegure que la inversión será amortizada en un tiempo razonable.

Se decidió diseñar, como sistema de carga, un pórtico, con cilindros neumáticos y pinzas de sujeción para las piezas, en lugar de un robot, para que las máquinas de las células pudiesen trabajar paralelamente, con ello se ahorra tiempo en el proceso, consiguiendo así mayor producción de piezas, que es el objetivo principal del proyecto.

Conclusiones personales

La realización de este proyecto en John Deere ibérica, me ha permitido poder participar *en vivo* la realización del proyecto y el funcionamiento general de una empresa, tanto en la realización de los trabajos, como la decisión de la implantación de un nuevo proyecto.

He podido comprobar el trabajo en equipo que hay que realizar para llevar a cabo la automatización de la célula, aprendiendo así las necesidades que esto requiere, pues la especialización de cada departamento permite que el trabajo se lleve a cabo de la mejor forma. Este proyecto se ha llevado conjuntamente con varios departamentos que me han enseñado el cómo y por qué se realizan los proyectos. El departamento de ingeniería, encargados de la decisión de implantación del proyecto, producción que realiza el estudio de picos de producción y analizan cuándo es el mejor momento para realizar cambios en la célula y que afecte de la menor forma posible a la fabricación de piezas, mantenimiento encargados de la



realización de las instalaciones y mantenimiento de los equipos. También he tenido la oportunidad de tratar con los operarios de la célula que me han explicado su funcionamiento y los problemas que tenían.

Además de esto he podido comprobar que la experiencia que aportan los años de existencia de la fábrica, hacen que las cosas se realicen de la manera correcta.

Todo ello me ha aportado el conocimiento para la realización de un proyecto, ya que con los estudios he adquirido el cómo de un modo técnico, y en la empresa de un modo más orientado a la organización, aplicando a la vez los conocimientos previamente adquiridos. Me ha permitido realizar un desarrollo de habilidades, como tratar con trabajadores de distintos rangos y departamentos, obtener la información necesaria a la hora de realizar el proyecto, aprender la organización y desarrollo de un proyecto desde su análisis inicial, hasta su instalación en fábrica.

El haber realizado el proyecto desde el departamento de mantenimiento, me ha permitido desarrollar los conocimientos técnicos en el proyecto, además de conocer más en detalle el funcionamiento de este departamento dentro de la empresa.

En general la realización del proyecto ha sido una experiencia muy positiva, en la que he podido ver reflejado lo que años atrás he estudiado, y a la vez adquirido otros conocimientos que no había tenido la oportunidad de aprender.



ANEXOS



ANEXO A

TIEMPOS DEL CICLO DE MECANIZADO DEL **ENGRANAJE**



Análisis y automatización de la célula 142 en John Deere Ibérica S.A.



OPER. N° OPID MAQUINA N° CODIGO MAQ FECHA													
10 914 CEL142 Y-35-10 29-10-02													
ELEM.CODIGO	DESCRIPCION DE ELEMENTOS	MIN.STD./CICLO			OCC./CICLO	TIEMPO OBSERVADOS EN					EFIC.	PmF	MINUTOS STD.
		"D"	"R"	"M"		MINUTOS							
		***** Y-30-53 *****											
1	CICLO DE MECANIZADO (TORNEAR)			1.050									
						TM=1.000 MIN.ACT.							
2	COGER (20) PIEZAS DE BANDEJA P.S.P. Y DEJAR SOBRE CARRIL CARGA	0.083			1/20	117	123	127	130	123	120	1.12	1.667
3	POSICIONARSE VACIO EN ZONA DE DESCARGA DE AFETADORA	0.008			1/20	10 MTS G-958=166							0.166
4	SOPLAR CON MANGUERA DE AIRE PZA. A VERIFICAR.	0.007			1/25	13	15	17	17	18	105	1.11	0.186
5	TOL. VERIFICAR CON CAL. HERRADURA F-49-16-15844	0.005			1/25	F 14=0.081+0.046=0.127							0.127
6	TOL. VERIFICAR CON CAL. PARA CONO 79 911" F-49-65-15009	0.007			1/25	12	18				100	1.12	0.168
7	TOL. VERIFICAR CON CAL. F-49-65-15008	0.007			1/25	12	18				100	1.12	0.168
8	TOL. VERIFICAR CON COMPARADOR Y G. DISTANCIA F-49-21-15634 EN MARMOL	0.011			1/25	25	25				100	1.12	0.280
9	TOL. VERIFICAR CON GALGA DISTANCIA CON COMPARADOR F-49-31-15820	0.012			1/25	27	27				100	1.12	0.302
10	TOL. VERIFICAR CON CAL. PIE DE REY (VARIOS)	0.005			1/25	F 12=0.078+0.044=0.122							0.122
11	TOL. VERIFICAR SALTO EN CARA (C)CENTRANDO PZA POR INTERIOR (CONO) CON MANDRIL	0.051			1/25	130	120	122	141		90	1.11	1.281
	Y COLOCAR ENTRE PUNTOS EN MESA.												

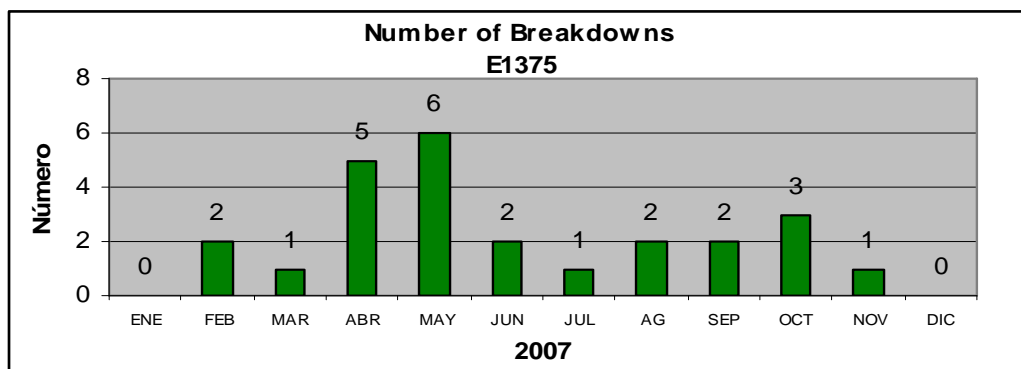
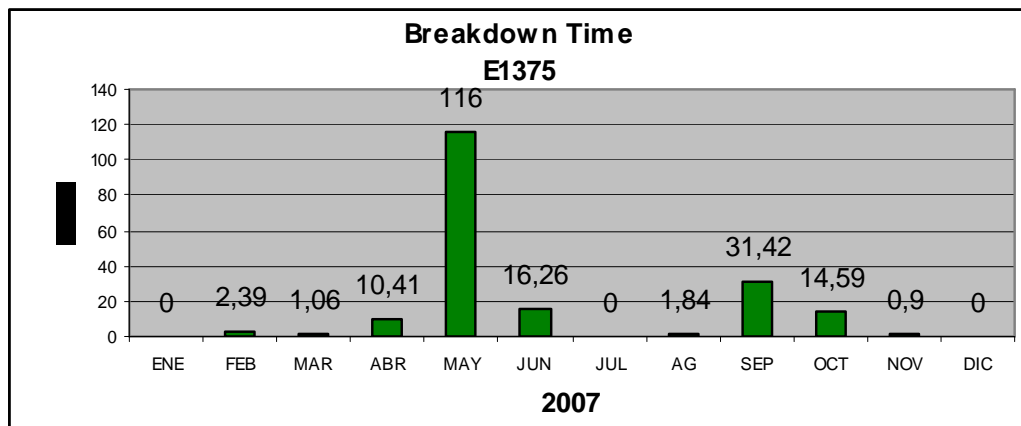


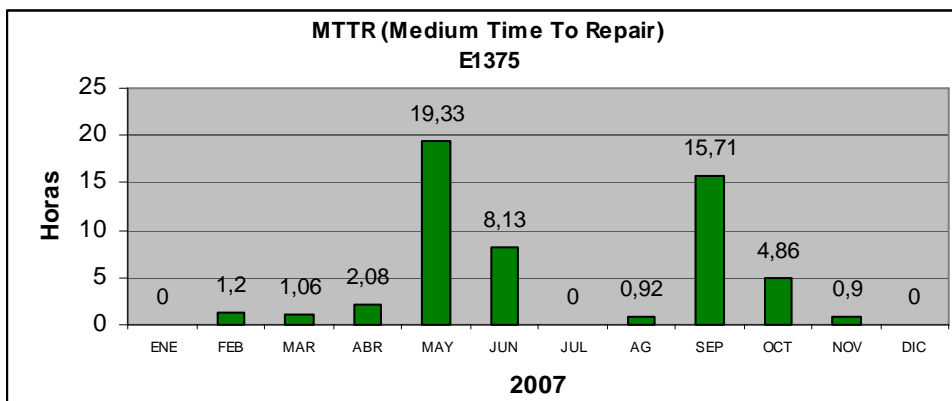
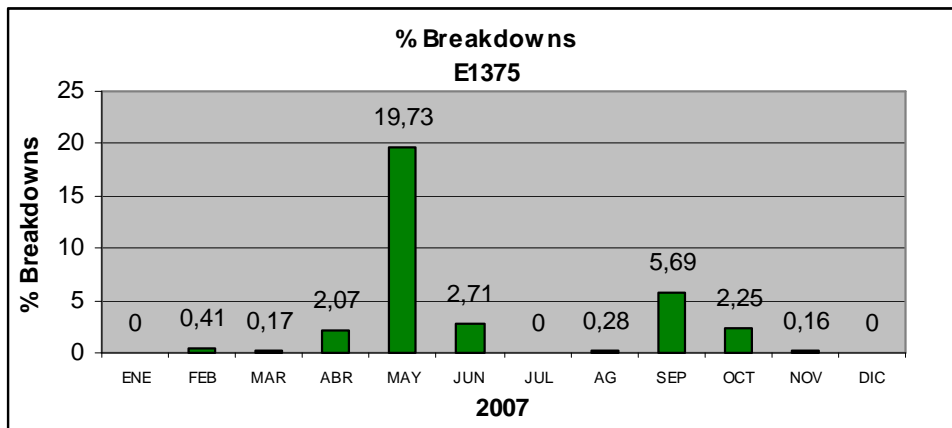
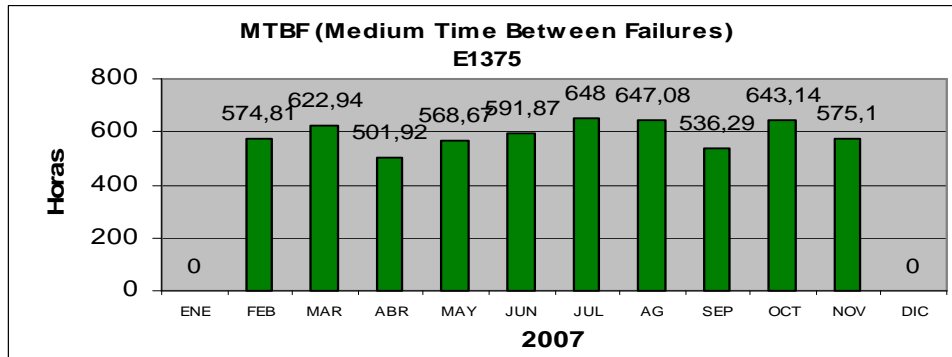
ANEXO B

DISPONIBILIDAD DE LA CÉLULA 142

Con las gráficas que se muestran a continuación se elabora la gráfica que muestra la disponibilidad de cada mes de la célula. Dicha gráfica se encuentra en el punto 1.3

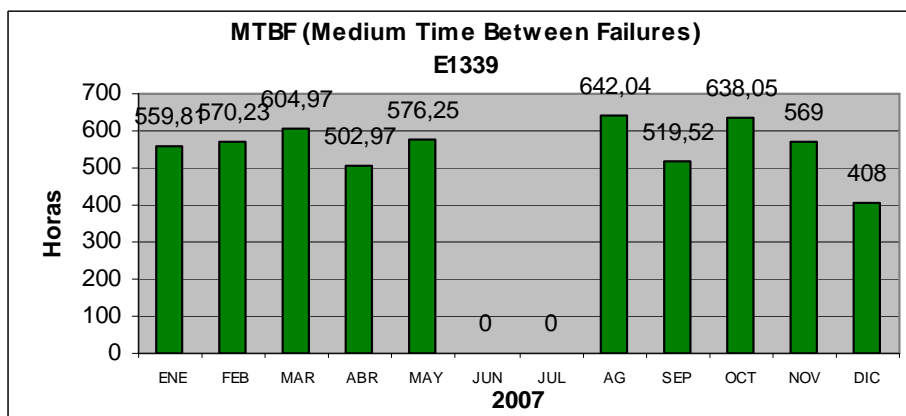
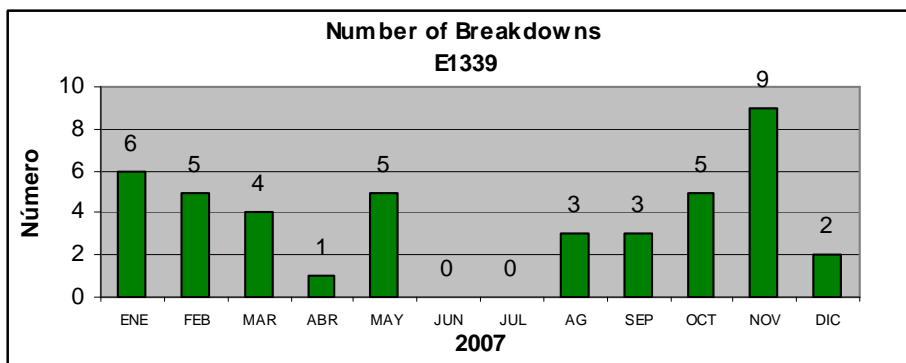
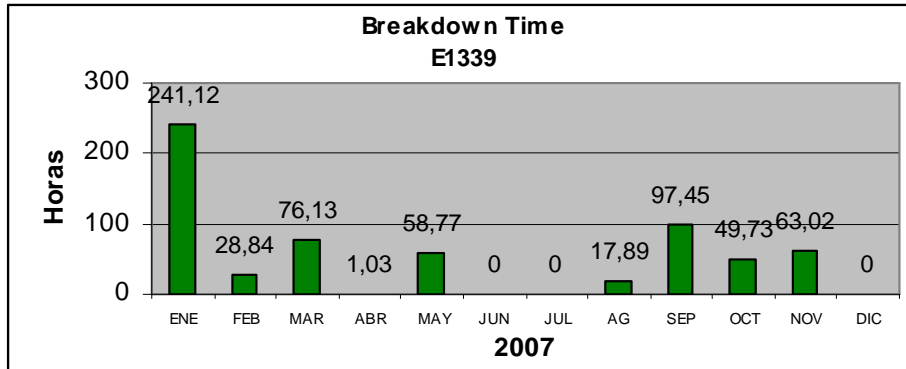
DISPONIBILIDAD TORNO 1375

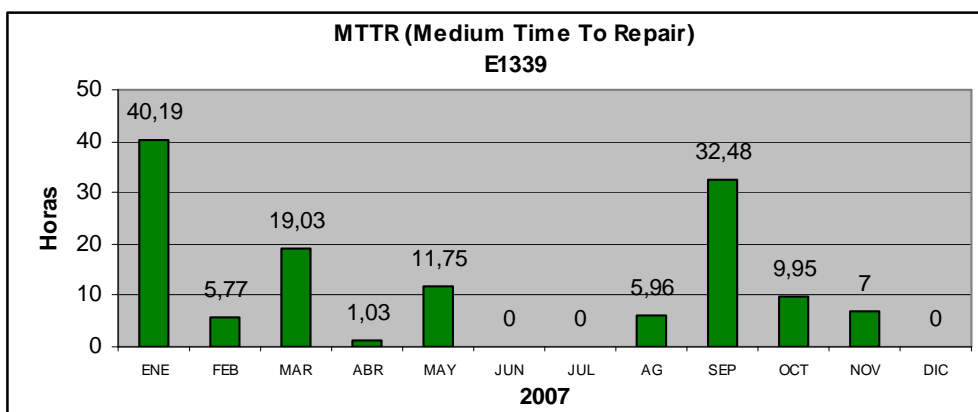
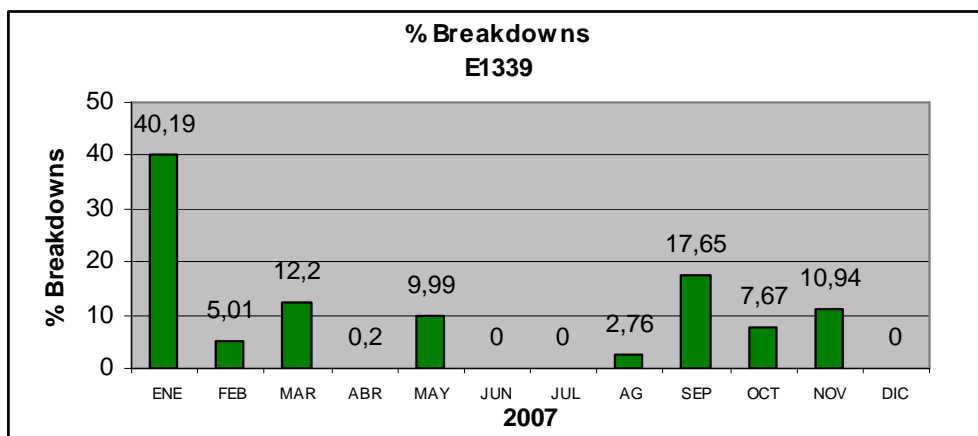




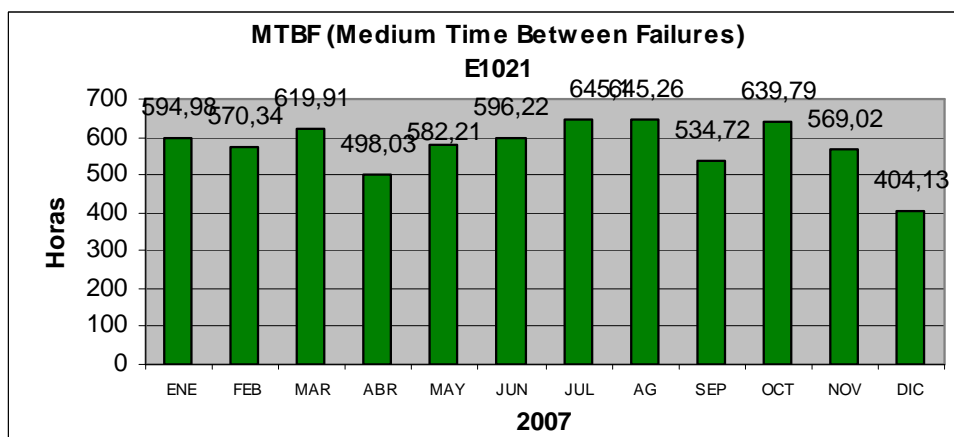
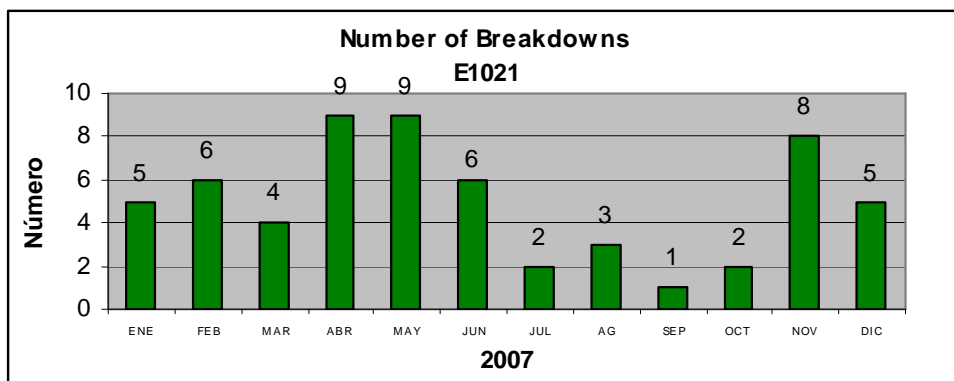
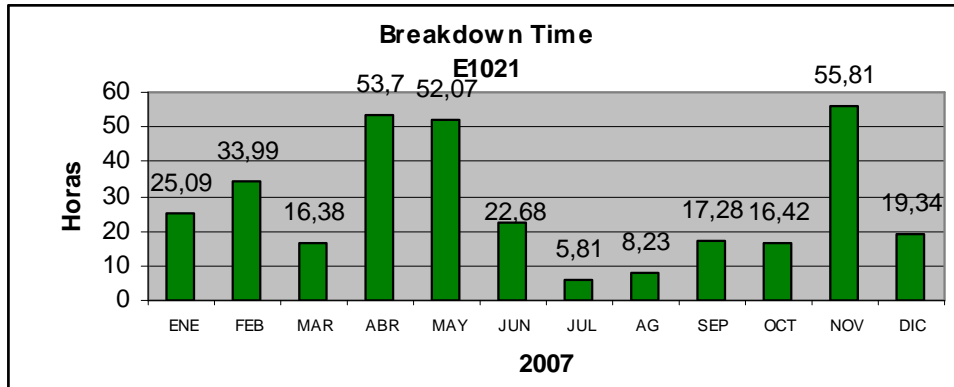


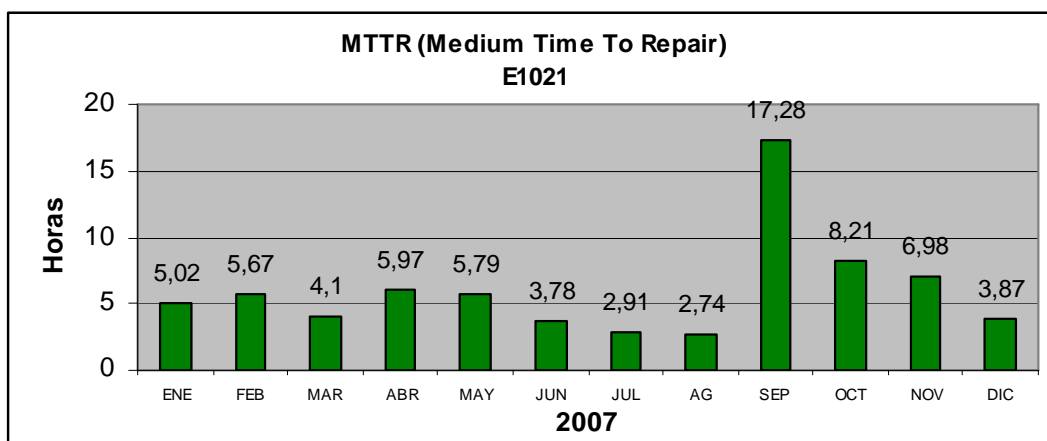
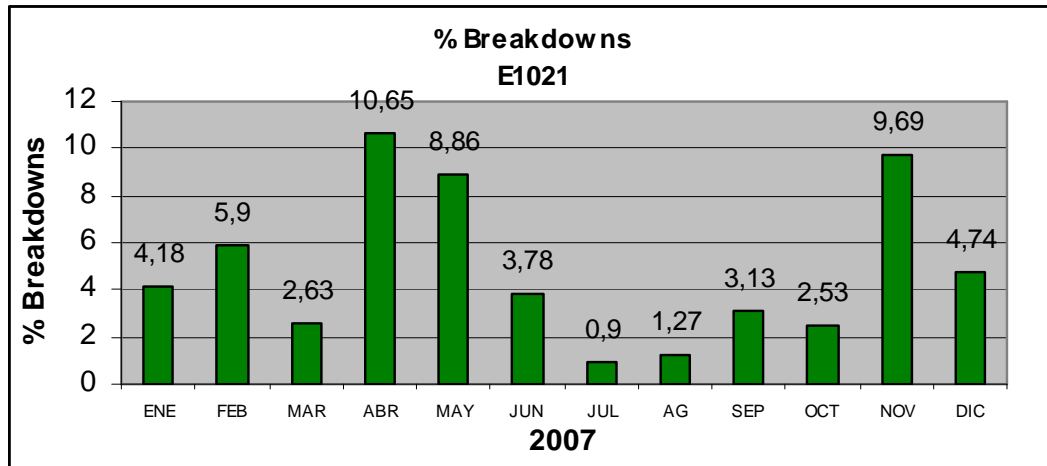
DISPONIBILIDAD TALLADORA 1339





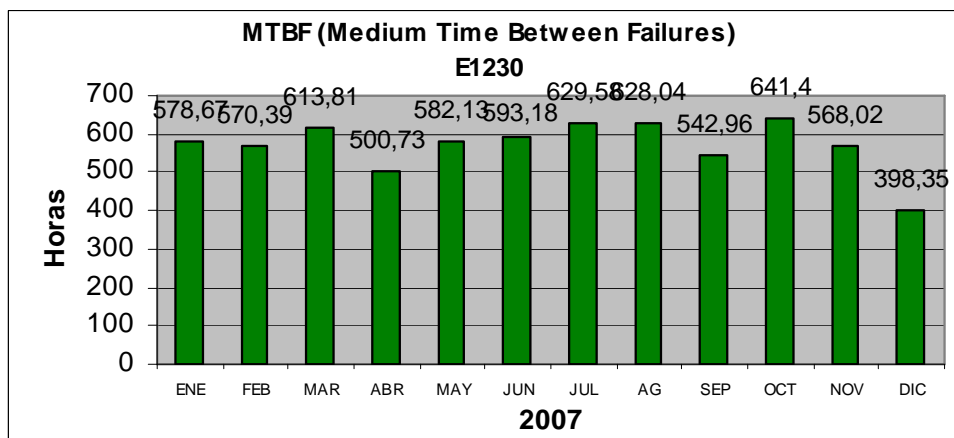
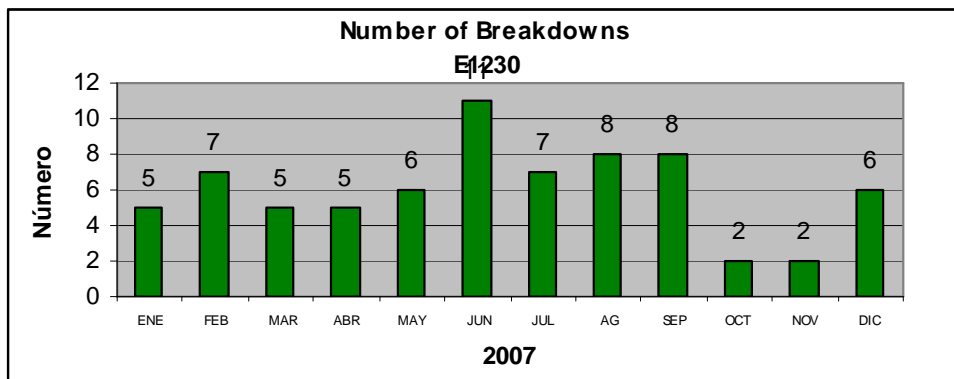
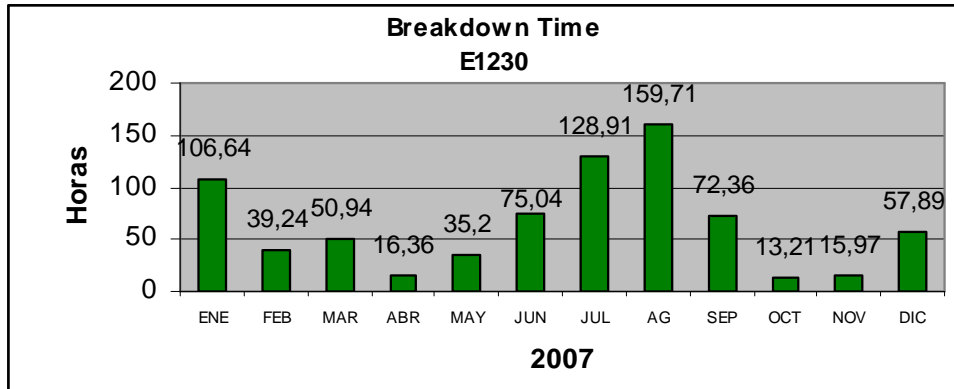
DISPONIBILIDAD REBARBADORA 1021

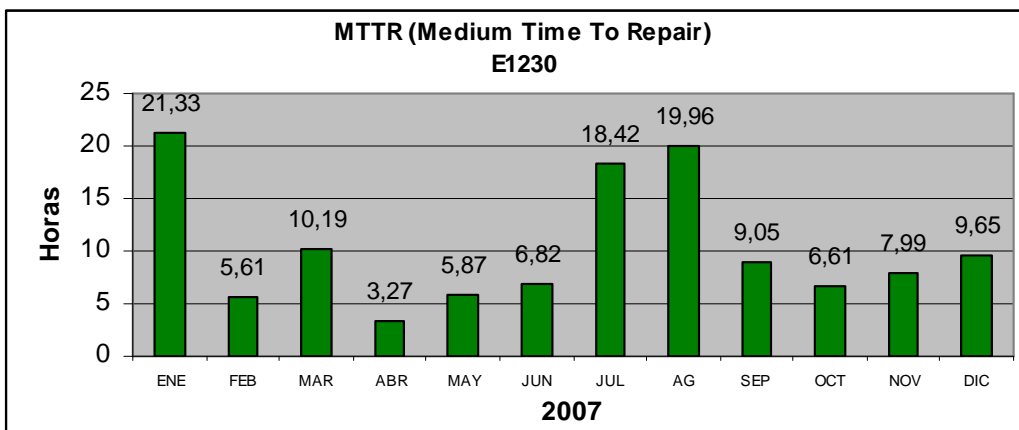
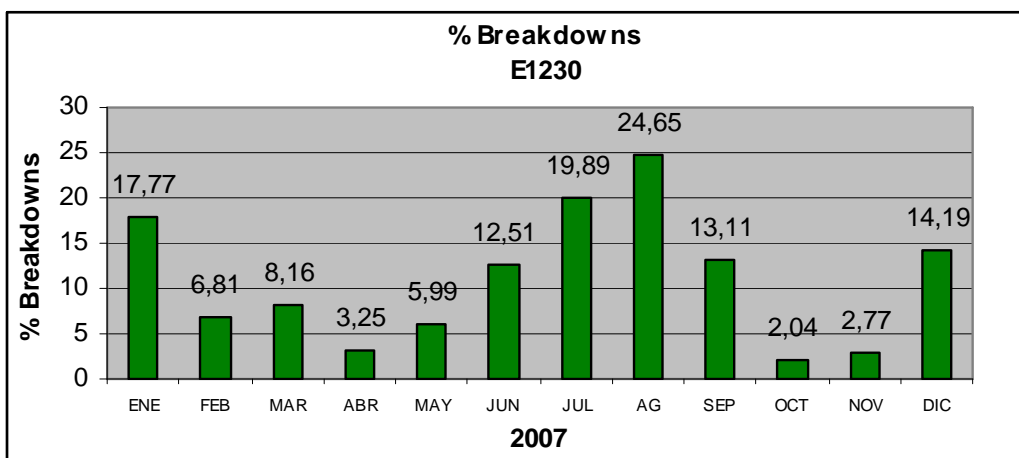






DISPONIBILIDAD AFEITADORA 1230







ANEXO C

CARACTERÍSTICAS AFEITADORA HURTH ZSA 220



AFEITADORA DE ENGRANAJES

HURTH

ZSA-220

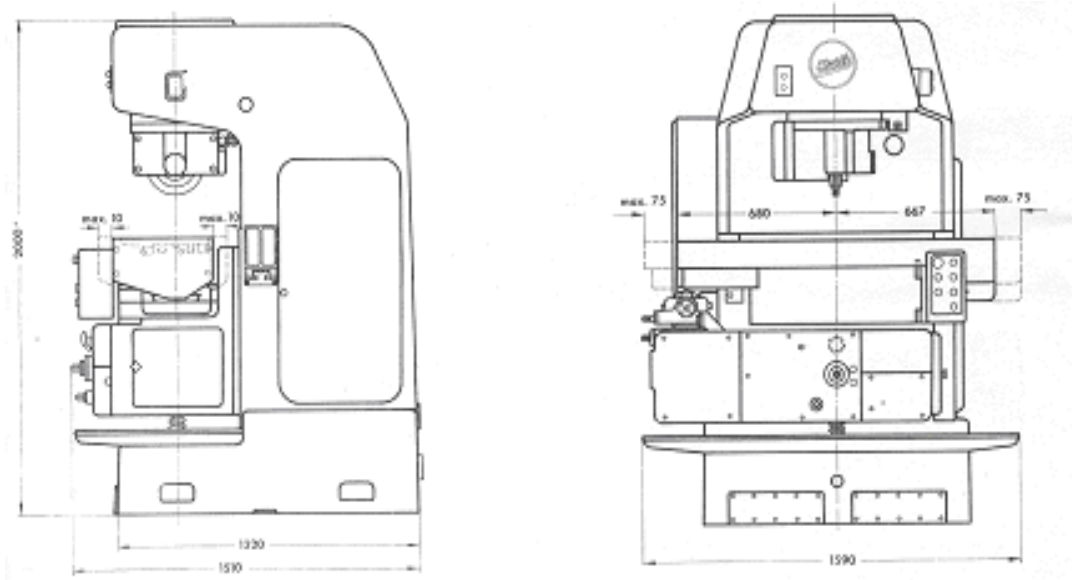
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

Diámetro exterior mínimo y máximo	20/220 mm.
Módulo mínimo y máximo	1/6
Anchura del diente	150 mm.
Diámetro exterior del afeitador mínimo y máximo	175/260 mm.
Longitud de la superficie de sujeción	1197 mm.
Anchura de la superficie de sujeción	190 mm.
Gama de giro del cabezal portapiezas	23°
Gama de giro placa de guía referente a la mesa de sujeción	180°
Movimiento máximo longitudinal y transversal	150 y 20 mm.
Potencia total necesaria	5.11 Kw.
Peso neto de la máquina	4800 Kg.

AFEITADORA DE ENGRANAJES

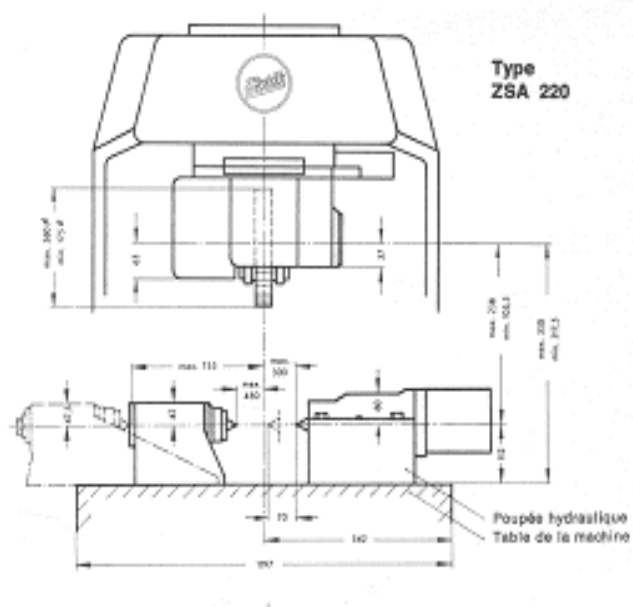
HURTH

MOD. ZSA-220



* Hauteur hors-tout du type ZSA 320 : 2100 mm

* Hauteur hors-tout du type ZSA 420 : 2200 mm





ANEXO D

DATOS TÉCNICOS AUTÓMATA CPU 226 CON DP



DATOS TÉCNICOS CPU 224 CON DP

216-2AD23-0XB0 6ES7	
alimentación de Tensiones	
nominal Valor	
• 24 V DC	Sí
• (DC) inferior límite admisible, Rango	20,4 V
• (DC) superior límite admisible, Rango	28,8 V
• AC V 120	
• AC V 230	
• (AC) inferior límite admisible, Rango	
• (AC) superior límite admisible, Rango	
• inferior límite frecuencia, de admisible Rango	
• superior límite frecuencia, de admisible Rango	
intensidades e Tensiones	
L+ carga de Tensión	
• (DC) nominal Valor	24 V
• (DC) inferior límite admisible, Rango	20,4 V
• (DC) superior límite admisible, Rango	28,8 V
• superior límite frecuencia, de admisible Rango	
Consumo	
máx. cierre, de Intensidad	V 28,8 con 10 A;
máx. L+, alimentación de tensión la De	mA 1000 DC) V (5 ampliación de tarjetas para salida de corriente mA, 1050 a 150 1.050 mA;
máx. L1, alimentación de tensión De	
• máx. respaldo, de Tiempo	opcional batería de módulo con (típ.) días 200 °C); 40 a h 70 (mín. 100 h;



Memoria	
• (opcional) memoria de módulos de N°	archivos. otros y datos de registros recetas, guardar pueden se además integrada, EEPROM a idéntico contenido enchufable, memoria de Módulo 1;
• programa y datos de Memoria	
• máx. datos, de Memoria	10 Kbyte(s)
• máx. programs, de Memoria	activo Edit Runtime con Kbytes 16 24 Kbyte(s);
Respaldo	
• existente	duración larga de respaldo para opcional batería capacidad; alta de condensador del través a mantenimiento sin etc., contadores, tiempos, remanentes, marcas RAM, en 1 DB de actuales valores integrada, EEPROM en mantenimiento sin PG/PC por cargado DB1 el todo datos: CPU; de través a programable integrada, EEPROM en mantenimiento sin programa el todo Programa: Sí;
ejecución de CPU/tiempos	
máx. bits, de operaciones para	0,22 µs
remanencia su y Temporizadores/contadores	
S7 Contadores	
• Cantidad	256
• remanentes ellos, de	
• Configurable	batería o capacidad alta de condensador de través a Sí;
• inferior Límite	1
• superior Límite	256
• contaje de Rango	
• inferior Límite	0
• superior Límite	32.767
S7 Temporizadores	
• Cantidad	256



• remanentes ellos, de	
• Configurable	batería o capacidad alta de condensador de través a Sí;
• superior Límite	64
• tiempo de Rango	
• inferior Límite	1 ms
• superior Límite	min 54 a ms 100 tiempos, 236 min 5 a ms 10 tiempos, 16 s 30 a ms 1 tiempos, 4 54 min;
remanencia su y datos de Áreas	
Marcas	
• máx. Cantidad,	32 byte(s)
• disponible Remanencia	M31.7 a M0.0 Sí;
• remanentes ellos, de	ajustable batería, o capacidad alta de condensador de través a 255, a 0
• pila sin remanentes ellos, de	ajustable EEPROM, en 112 a 0
hardware del Configuración	
conectables (PGs)/PCs Programadoras	estándar PC PG/PC, SIMATIC
máx. ampliación, de Aparatos	limitaciones.) a sujeta estar puede ampliación de tarjetas de utilización la limitada, salida de corriente la de consecuencia (a S7-22x serie la de ampliación de tarjetas utilizarse pueden Solamente 7;
periferia la de Ampliación	
• máx. analógicas, Entradas/salidas	(EM) salidas 14 y entradas 0 máx. o (EM) salidas 7 y entradas 28 máx. 35;
• máx. digitales, Entradas/salidas	(CPU+EM) salidas 120 y entradas 128 máx. 148;
• máx. AS-Interface, Entradas/salidas	(CP243-2) AS-Interface A/B Esclavos 62;
conexión de Sistema	
enchufables E/S de Bornes	Sí
• MPI	Kbits/s 19,2/187,5 de transmisión de velocidades MPI; red la en limitada S7-200 a interna CPU/CPU comunicación de posibilidad Panels); Button Push TD, OP, S7-300/S7-400, (CPU MPI maestros con datos de intercambio el para MPI esclavo como Sí;



CPU/programación	
programación de Lenguaje	
• KOP	Sí
• FUP	Sí
• AWL	Sí
analógicas Entradas	
analógicos potenciómetros de N°	bits 8 resolución analógico; Potenciómetro 2;
integradas Funciones	
contadores de N°	etc. conteo de sentido del inversión consigna; la alcanzar al libre) contenido de subprograma un de llamada (incl. interrupción de posibilidades parametrizable; reset y habilitación de entrada A/B)); (contador kHz 20 (máx. 90° desplazados impulsos de trenes 2 con incrementales encoders 4 de conexión la para o ascendente-descendente contadores como utilizables incl.), (signo bits 32 kHz), 30 (cada rápidos Contadores 6;
máx. (contadores), conteo de Frecuencia	30 kHz
alarma de entradas de N°	bajada de flancos 4 y/o subida de flancos 4 4;
impulsos de salidas de N°	frecuencia por y impulso de ancho de modulación con interrupción; de posibilidad con kHz, 20 rápidas, Salidas 2;
(impulsos) límite Frecuencia	20 kHz
admisible potencial de Diferencia	
circuitos diferentes entre	DC V 5 y DC V 24 entre DC V 500
Dimensiones	
Ancho	196 mm
Alto	80 mm
Profundidad	62 mm
Pesos	
aprox. Peso,	550 g



ANEXO E

DATOS TÉCNICOS FUENTE DE ALIMENTACIÓN **SITOP SMART**



Fuente de alimentación, tipo	5 A
Referencia	6EP1 333-2AA01
Entrada	monofásica AC
Tensión nominal $U_{e \text{ nom}}$	120/230 V AC ajustable con conmutador
Rango de tensión	85 a 132 V/170 a 264 V AC
Resistencia a sobretensión	$2,3 \times U_{e \text{ nom}}$, 1,3 ms
Puenteo de fallos de red con $I_{s \text{ nom}}$	> 20 ms con $U_e = 93/187 \text{ V}$
Valor nominal/rango de frecuencia de red	50/60 Hz; 47 a 63 Hz
Intensidad nominal $I_{e \text{ nom}}$	2,1/1,15 A
Limitación de intensidad de arranque (+25 °C)	< 32 A, típ. 3 ms
I^2t	< 0,8 A ² s
Fusible de entrada incorporado	T 3,15 A/250 V (no accesible)
Automático magnetotérmico (IEC 898)	desde 6 A, curva C
recomendado en cable a red	
Salida	tensión continua estabilizada y aislada galvánicamente
Tensión nominal $U_{s \text{ nom}}$	24 V DC
Tolerancia total	± 3 %
<ul style="list-style-type: none">• Comp. estática variación de red	aprox. 0,1 %
<ul style="list-style-type: none">• Comp. estática variación de carga	aprox. 0,5 %
Ondulación residual (frec. de conmutación: aprox. 84 kHz)	< 150 mV _{pp} (típ. 50mV _{pp})
Spikes (ancho de banda: 20 MHz)	< 240 mV _{pp} (típ. 150mV _{pp})
Rango de ajuste	22,8 a 28,0 V
Indicador de funcionamiento	LED verde para 24 V O.K.
Comportamiento conex./deconex.	Rebase transitorio de U_s aprox. 4%
Retardo/subida de tensión en arranque	< 0,1 s con 230V AC/típ.50 ms
Intensidad nominal $I_{s \text{ nom}}$	5 A
Rango de intensidad	
<ul style="list-style-type: none">• hasta +45 °C	0 a 6 A
<ul style="list-style-type: none">• hasta +60 °C	0 a 5 A
U/I dinám. con	
<ul style="list-style-type: none">• Arranque contra cortocircuito	típ. 17A durante 100 ms
<ul style="list-style-type: none">• Cortocircuito en servicio	típ. 17 A durante 200 ms
Posibilidad de conex. en paralelo para aumento de potencia	sí, 2 unidades
Rendimiento	
Rendimiento con $U_{s \text{ nom}}$, $I_{s \text{ nom}}$	aprox. 87 %
Pérdidas con $U_{s \text{ nom}}$, $I_{s \text{ nom}}$	aprox. 17 W
Regulación	



Fuente de alimentación, tipo	
5 A	
Comp. dinám. variación de red (U_e nom $\pm 15\%$)	$\pm 0,3\% U_s$
Comp. dinám. variación de carga (I_a : 50/100/50 %)	$\pm 1\% U_s$
Tiempo de compensación escalón carga	
• 50 a 100 %	• típ. 0,2 ms
• 100 a 50 %	• típ. 0,2 ms
Protección y vigilancia	
Protección de sobretensión en salida	sí, según EN 60950 (típ. <45V)
Limitación de intensidad	típ. 6,4-6,6 A, sobrecarga. 150% $I_{s\text{ nom}}$ hasta 5 seg/min
Prot. contra cortocircuito	Curva intensidad constante, rearmado automático
Intensidad eficaz de cortocirc. sostenido	aprox. 10A
Indicador de sobrecarga/cortocircuito	LED apagado = Sobrecarga/cortocircuito
Seguridad	
Aislamiento galvánico primario/secundario	sí, tensión de salida SELV U_s según EN 60950
Clase de protección (IEC 536; VDE 0106, parte 1)	Clase I
Corriente de fuga	< 3,5 mA (típ. 0,4 mA)
Ensayo por TÜV	notified body (CB-Scheme)
Marcado CE	Sí
Aprobación UL/cUL (CSA)	sí, cULus-listed (UL 508, CSA 22.2), File E197259, CSA (C22.2 No.14, No.60950-1-03)
Protección contra explosiones	Directiva ATEX 94/9/CE; cat. 3, EEx nC II T4 U
Aprobación para construcción naval	GL
Grado de protección (EN 60 529; VDE 0470, parte 1)	IP20
CEM	
Emisión de perturbaciones	EN 55022 clase B
Limitación de armónicos de red	-
Inmunidad a perturbaciones	EN 61000-6-2
Datos de servicio	
Rango de temperatura ambiente	0 a +60 °C con convección natural
Temp. en transporte y almacenamiento	-40 a +85 °C
Clase de humedad	Clima 3K3 según EN 60721, sin condensación
Elementos mecánicos	
Conexiones	
• Entrada de red L, N, PE	sendos bornes de tornillo para 0,5 a 2,5 mm ² monofilar/flexible
• Salida L+	2 bornes de tornillo para 0,5 a 2,5 mm ²
• Salida M	2 bornes de tornillo para 0,5 a 2,5 mm ²
Dimensiones (An x Al x P) en mm	50 x 125 x 125
Peso aprox.	0,5 kg
Montaje	abrochable en perfil normalizado conforme a DIN EN 50022-35x15/7,5
Accesorios	-




ANEXO F

PROGRAMA DEL AUTÓMATA DEL CUADRO ELÉCTRICO DE LA REBARBADORA





TABLA DE CONTENIDOS

Rebarbadora J.D. / Tabla de símbolos

 Símbolo	Dirección	Comentario
e1	I0.1	Rele termico 2-3,2 A
e2	I0.2	Rele termico 1,6-2,5 A
b1	I0.3	Pulsador de seta rojo
b2	I0.4	Pulsador luminoso blanco
b30	I0.5	Selector con llave manual
b31	I0.6	Selector con llave automatico
b51	I0.7	Pulsador negro
b52	I1.0	Pulsador negro
b61	I1.1	Pulsador negro
b62	I1.2	Pulsador negro
b71	I1.3	Pulsador negro
b72	I1.4	Pulsador negro
b81	I1.5	Pulsador negro
b82	I1.6	Pulsador negro
b90	I1.7	Pulsador negro
b91	I2.0	Pulsador negro
b100	I2.1	Pulsador negro
b101	I2.2	Pulsador negro
b110	I2.3	Interruptor 3 posiciones
b111	I2.4	Interruptor 3 posiciones
b130	I2.5	Interruptor 3 posiciones
b131	I2.6	Interruptor 3 posiciones
b141	I3.0	Interruptor 2 posiciones
b142	I3.1	INTERRUPTOR 2 POSICIONES
b150	I3.2	Interruptor 3 posiciones doble contacto
b151	I3.3	Interruptor 3 posiciones doble contacto
b152	I3.4	Interruptor 3 posiciones doble contacto
b153	I3.5	Interruptor 3 posiciones
b16	I3.6	Pulsador negro
be2	I4.0	Final de carrera
be4	I4.1	final de carrera
be8	I4.3	Final de carrera puerta
be3	I4.4	Detector proximidad (Por contacto de rele d16)
be5	I4.5	Detector prox. (por contacto de rele d18)
be6	I4.6	Detector de proximidad. por contacto rei d19
CG_Maneta	I4.7	Con/Sin cargador
m8	M8.0	Marca retroceso herramienta
m81	M8.1	Marca adelante herramienta inferior
d1	M10.0	Manual
d2	M10.2	Automatico
d3	M10.3	Ciclo automatico funcionando
d5	M10.5	Control engrane herramienta
d6	M10.6	Sincronismo herramienta superior
d11	M11.0	Arresto rotacion mandril
d13	M13.0	Control arresto rotacion mandril
d141	M14.1	Control pieza trabajando
d142	M14.2	CONTROL PIEZA TRABAJANDO
d15	M15.0	Herramienta superior atras. be2
d16	M16.0	Herramienta superior sincronizada
d17	M17.0	Herramienta inferior atras.
d18	M18.0	Herramienta inferior sincronizada
d19	M19.0	Pieza sujeta
d20	M20.0	Puerta cerrada
d7	M27.0	Memoria rotacion sincronismo herramienta
d8	M28.0	Dobla rotacion mandril
d9	M29.0	Memoria 1 rotacion mandril
h1	Q0.1	En Tensión



Rebarbadora J.D. / Tabla de símbolos

  Símbolo	Dirección	Comentario
h2	Q0.2	Puesta en tensión
h3	Q0.3	Herramienta superior sincronizada
h4	Q0.4	Herramienta inferior sincronizada
h5	Q0.5	Ciclo automático en marcha
q6	Q0.6	Bloqueo pieza
q7	Q0.7	Desbloqueo pieza
q8	Q1.0	Adelante herramienta
q9	Q1.1	Retroceso herramienta
q10	Q1.2	Adelante herramienta inferior
q11	Q1.3	Retroceso herramienta inferior
q12	Q1.4	Rotación motor sincronismo herramienta superior
q13	Q1.5	Rotación motor sincronismo herramienta superior
q14	Q1.6	Rotación motor sincronismo herramienta inferior
q15	Q1.7	Rotación motor sincronismo herramienta inferior
q2	Q2.0	Rotación lenta mandril
q1	Q2.1	Rotación rápida mandril
q3	Q2.2	Rotación rápida mandril
q4	Q2.3	Rotación derecha mandril
q5	Q2.4	Rotación izquierda mandril
d25	Q3.0	Máquina lista carga
d26	Q3.1	Ciclo en marcha.
d27	Q3.2	Automático/conexión
d28	Q3.3	Con/sin cargador
d29	Q3.4	Puerta no cerrada
d4	T37	Temporizador control engranaje herramienta
d10	T38	Control tiempo rotación
d12	T39	Arresto tiempo rotación mandril

 libre



PROGRAMA DEL AUTÓMATA

Rebarbadora J.D. / Bloque_de_programa (OB1)

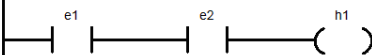
Bloque: Bloque_de_programa
Autor:
Fecha de creación: 14.12.2007 18:09:50
Fecha de modificación: 04.01.2008 9:33:21

Símbolo	Tipo var.	Tipo de datos	Comentario
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		

COMENTARIOS DEL PROGRAMA

Network 1 Título de segmento EN TENSION

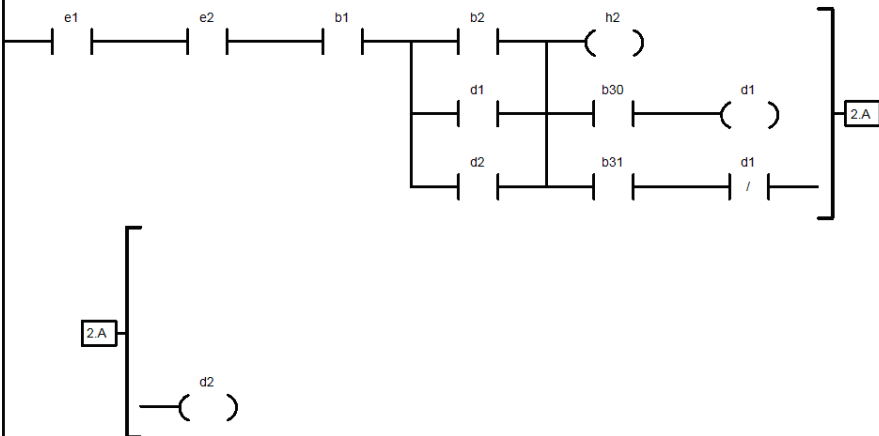
EN TENSION



Símbolo	Dirección	Comentario
e1	I0.1	Rele termico 2-3,2 A
e2	I0.2	Rele termico 1,6-2,5 A
h1	Q0.1	En Tensión

Network 2

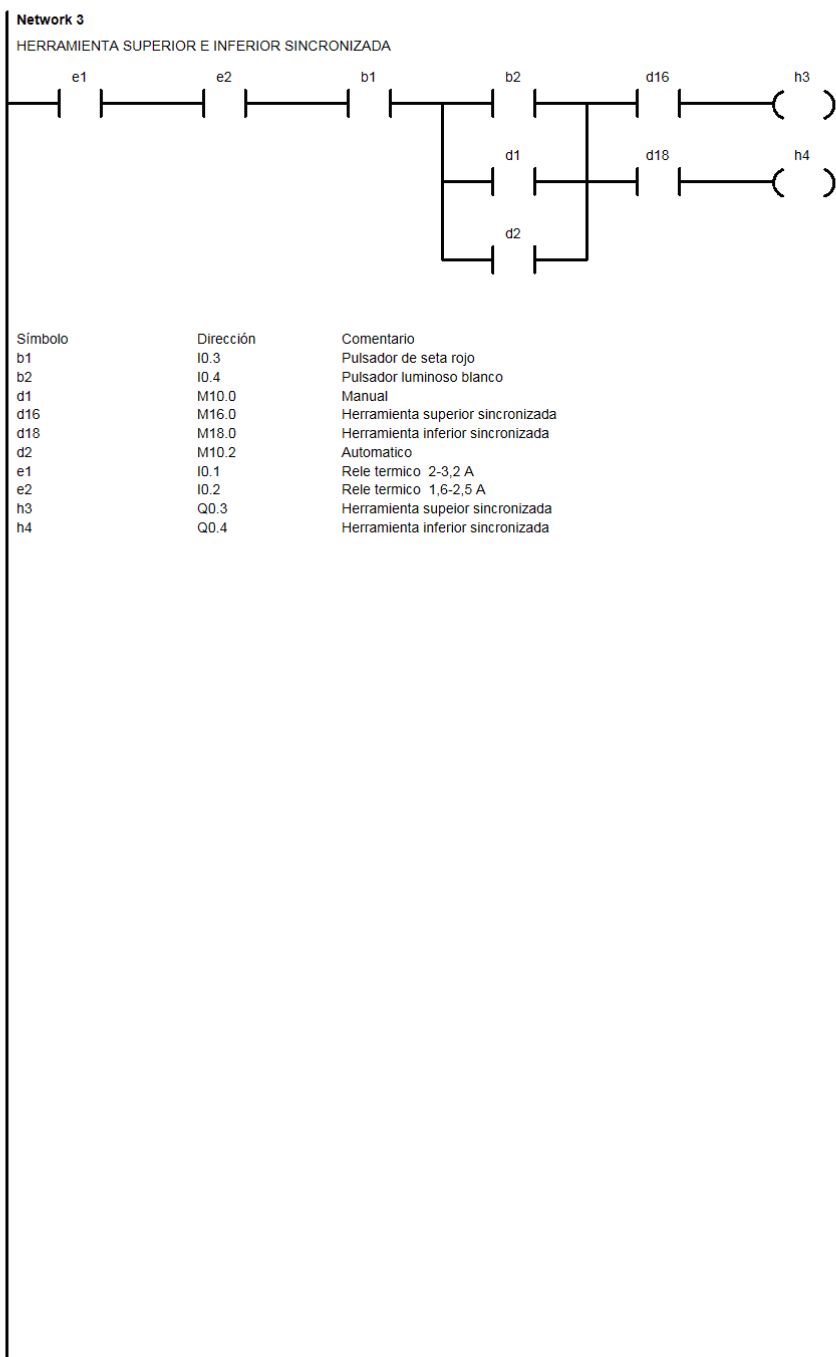
MANUAL/AUTOMATICO



Símbolo	Dirección	Comentario
b1	I0.3	Pulsador de seta rojo
b2	I0.4	Pulsador luminoso blanco
b30	I0.5	Selector con llave manual
b31	I0.6	Selector con llave automatico
d1	M10.0	Manual
d2	M10.2	Automatico
e1	I0.1	Rele termico 2-3,2 A
e2	I0.2	Rele termico 1,6-2,5 A
h2	Q0.2	Puesta en tensión

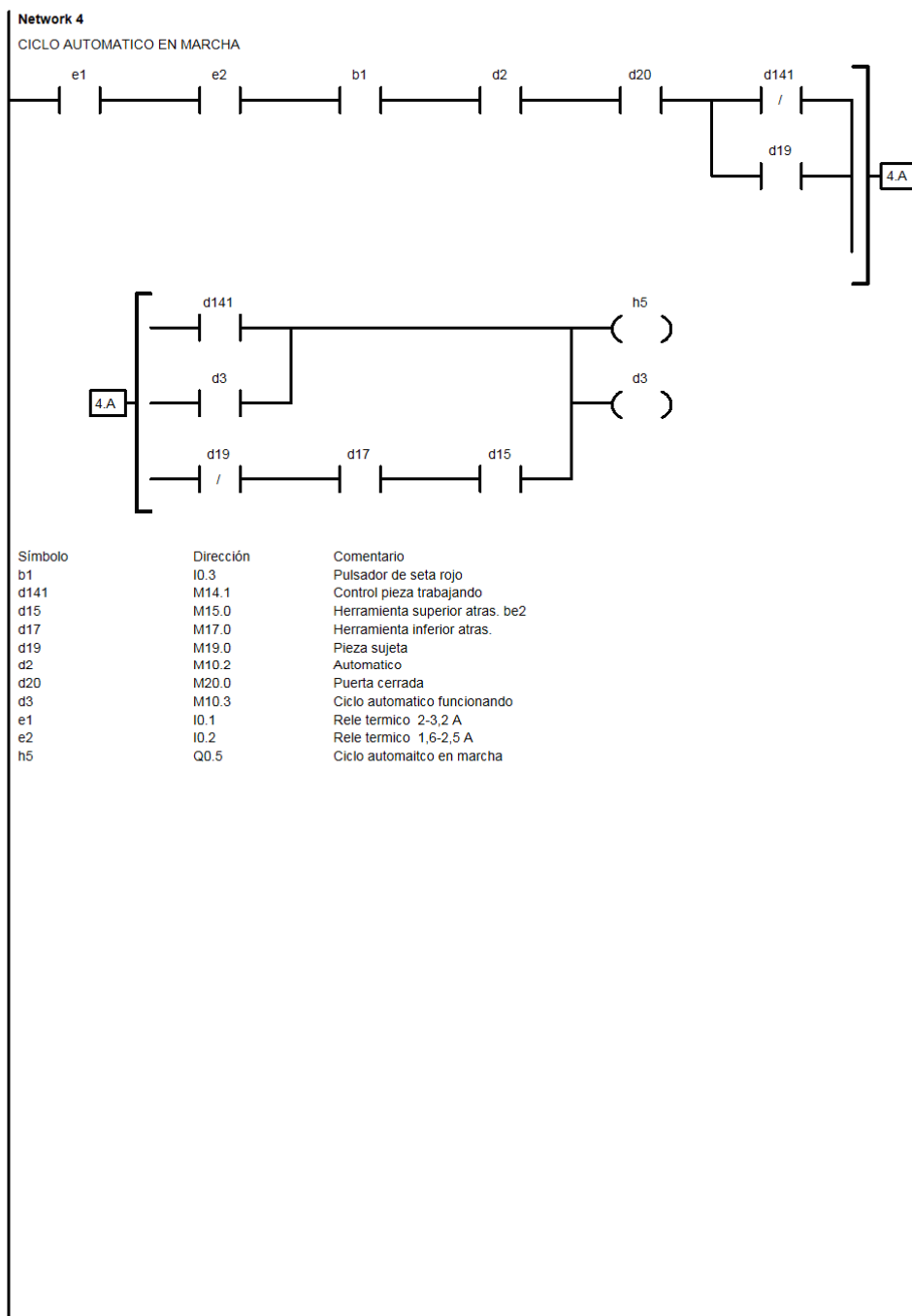


Rebarbadora J.D. / Bloque_de_programa (OB1)

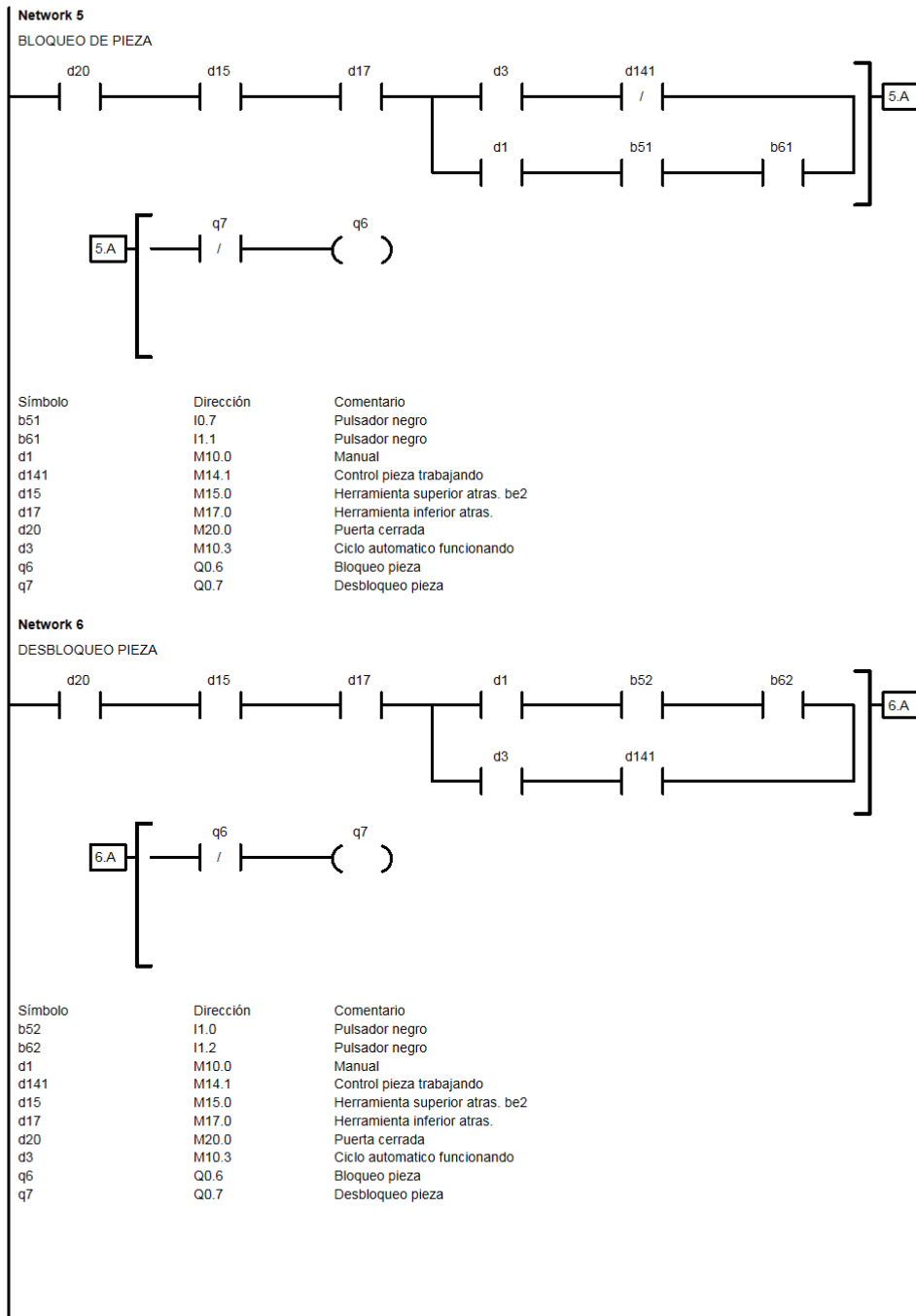




Rebarbadora J.D. / Bloque_de_programa (OB1)

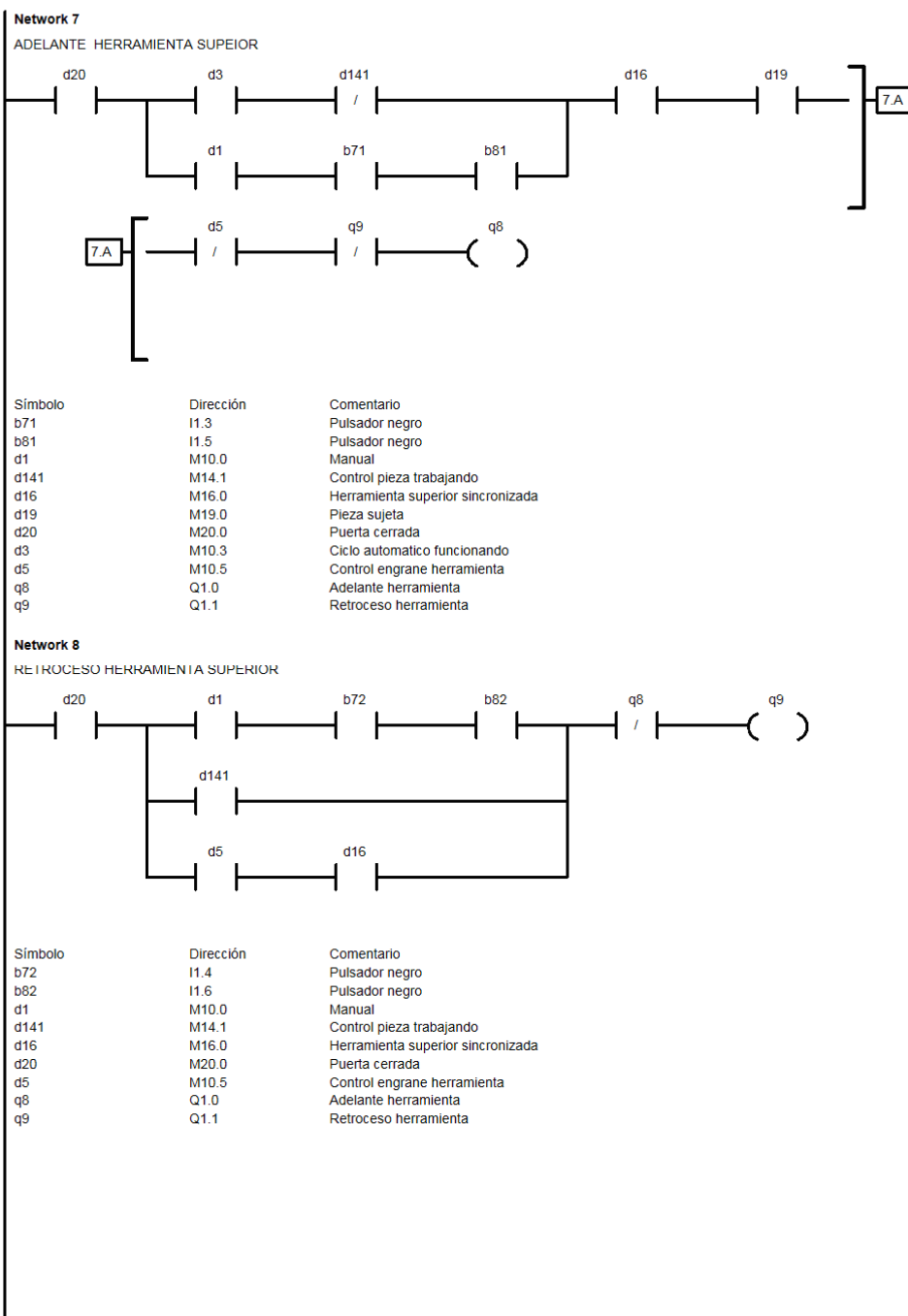


Rebarbadora J.D. / Bloque_de_programa (OB1)



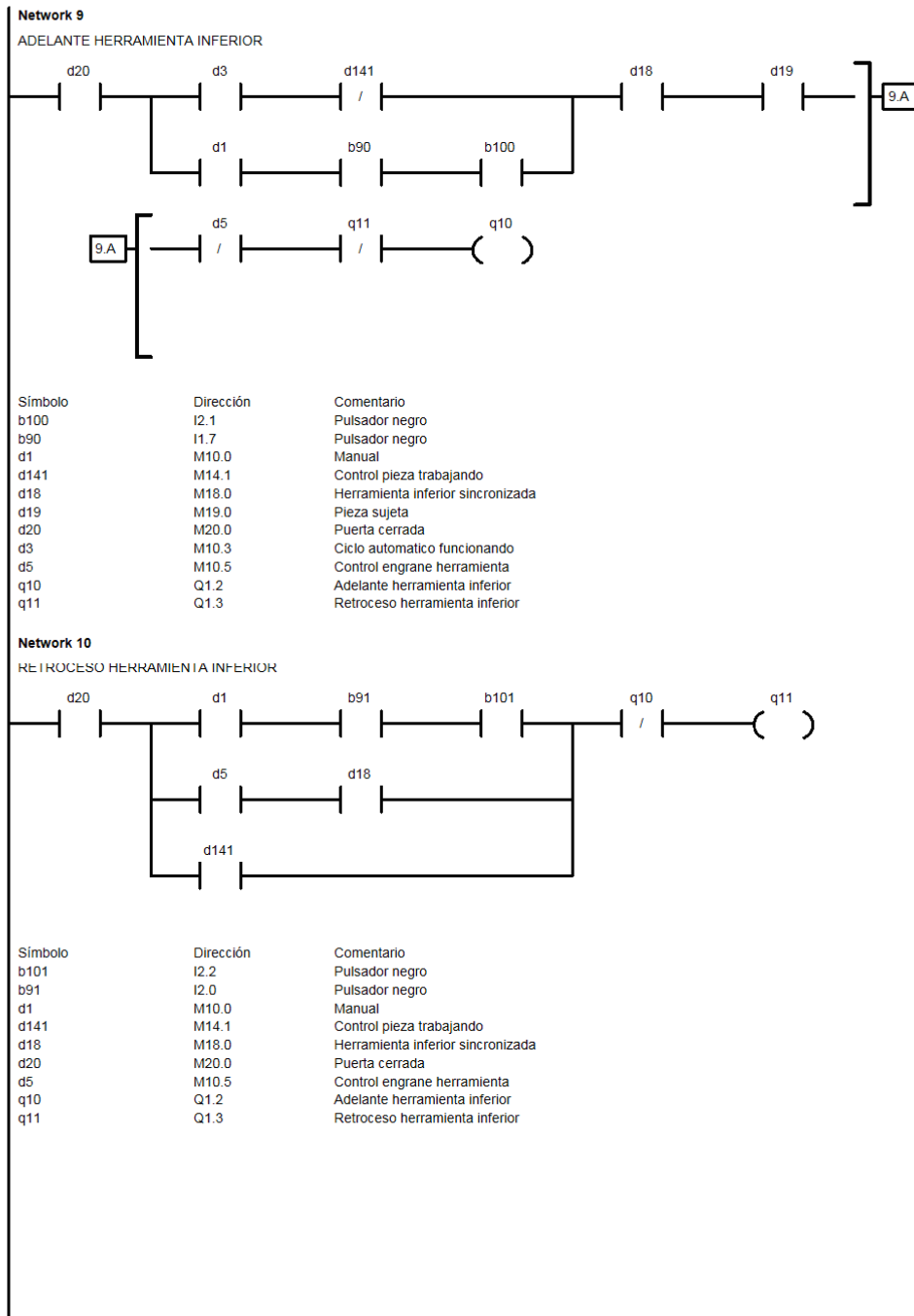


Rebarbadora J.D. / Bloque_de_programa (OB1)



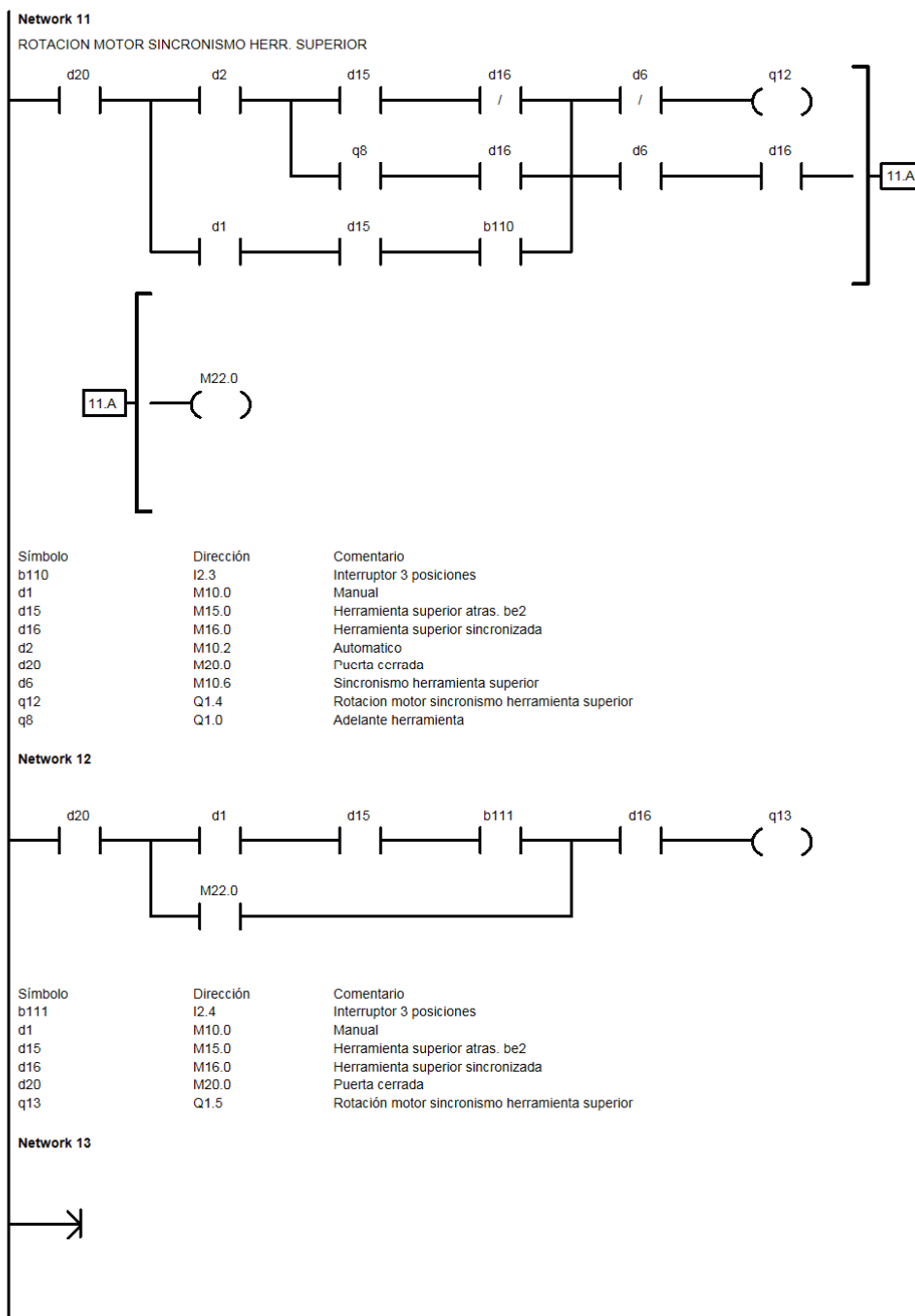


Rebarbadora J.D. / Bloque_de_programa (OB1)



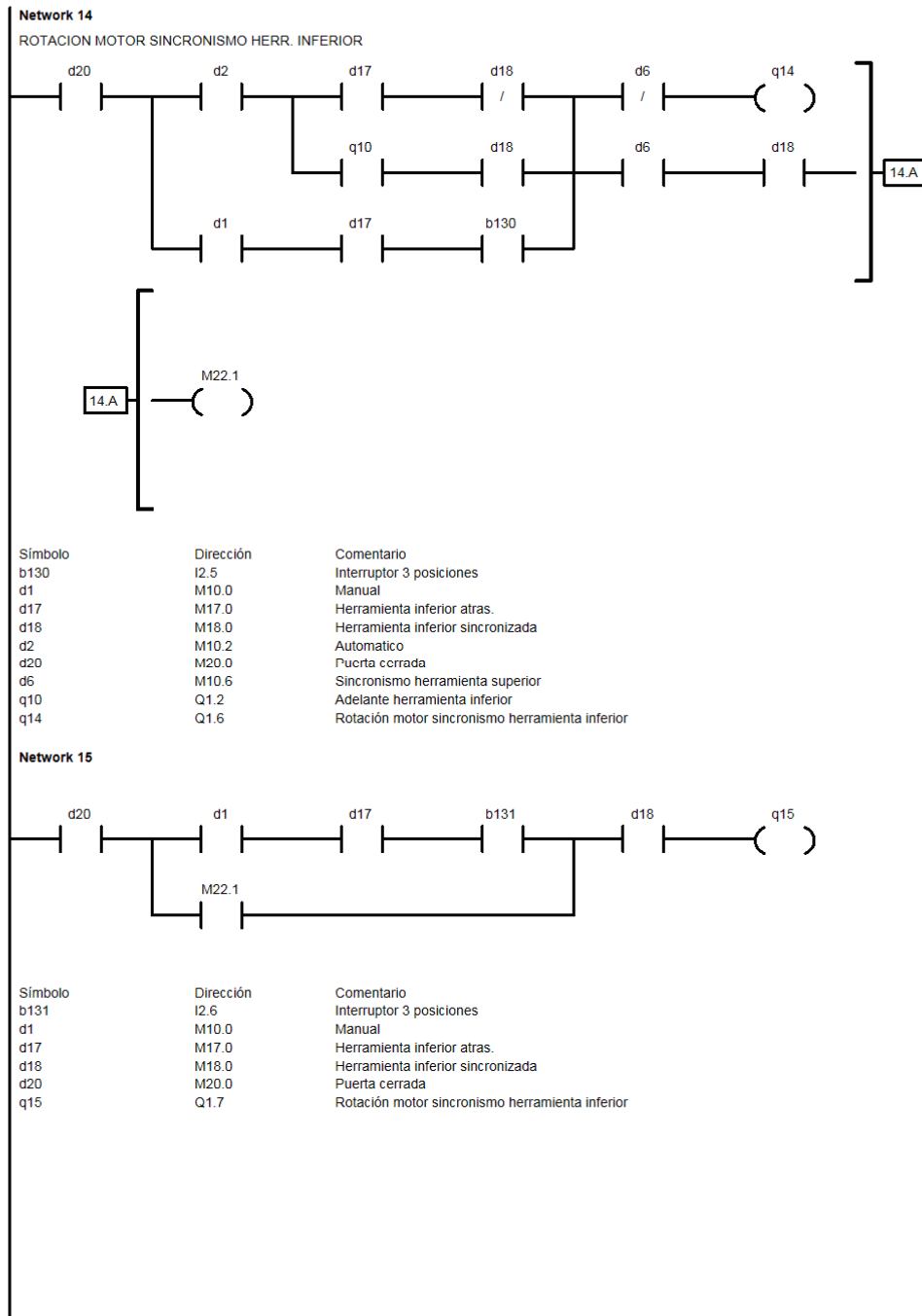


Rebarbadora J.D. / Bloque_de_programa (OB1)



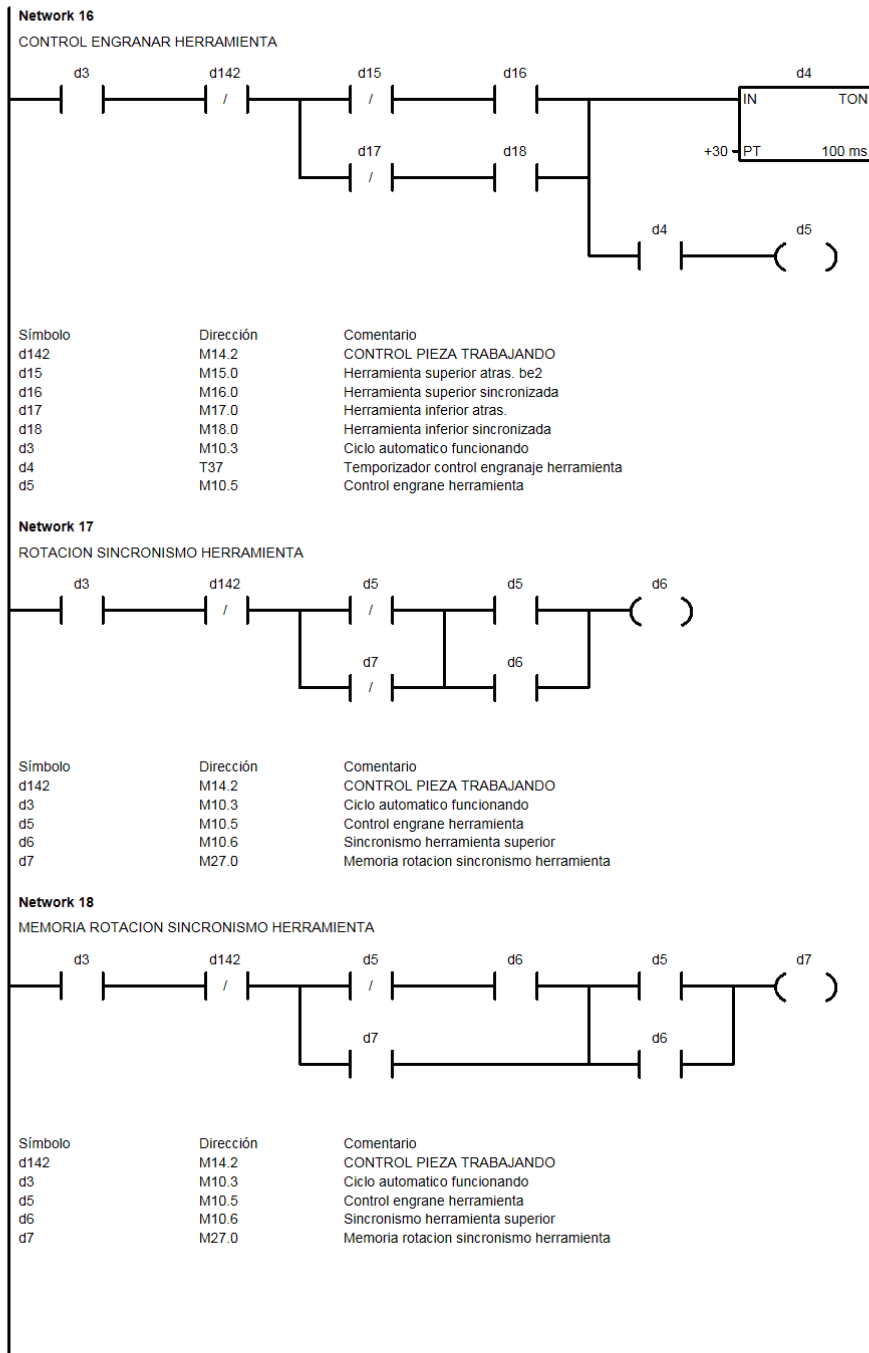


Rebarbadora J.D. / Bloque_de_programa (OB1)



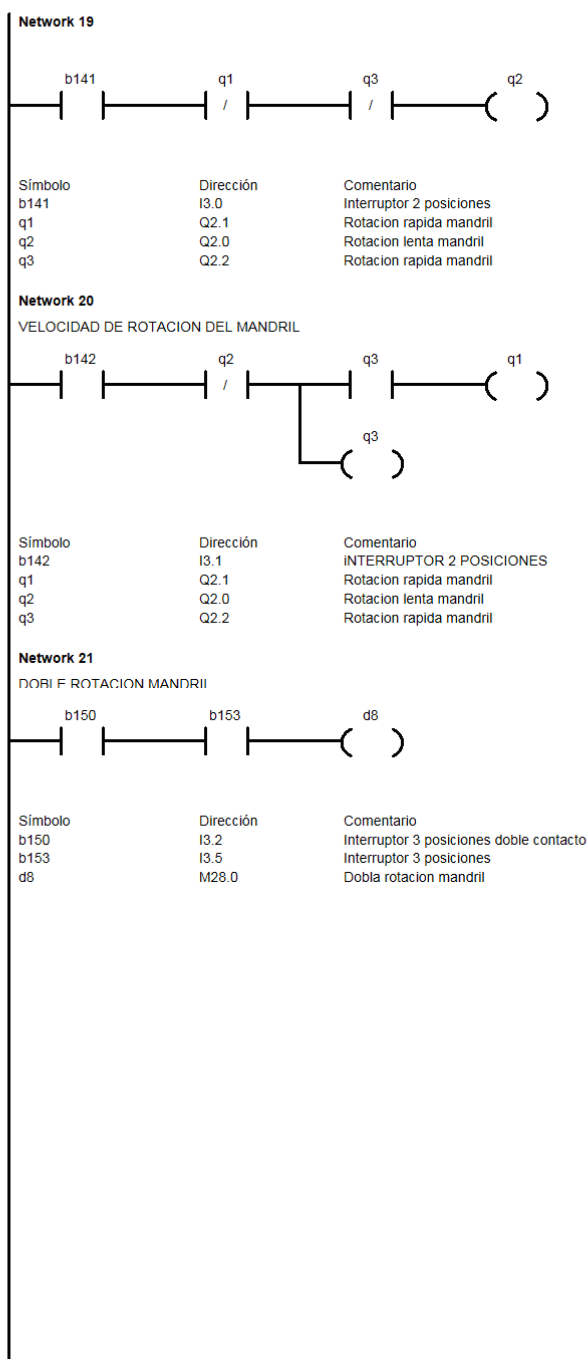


Rebarbadora J.D. / Bloque_de_programa (OB1)

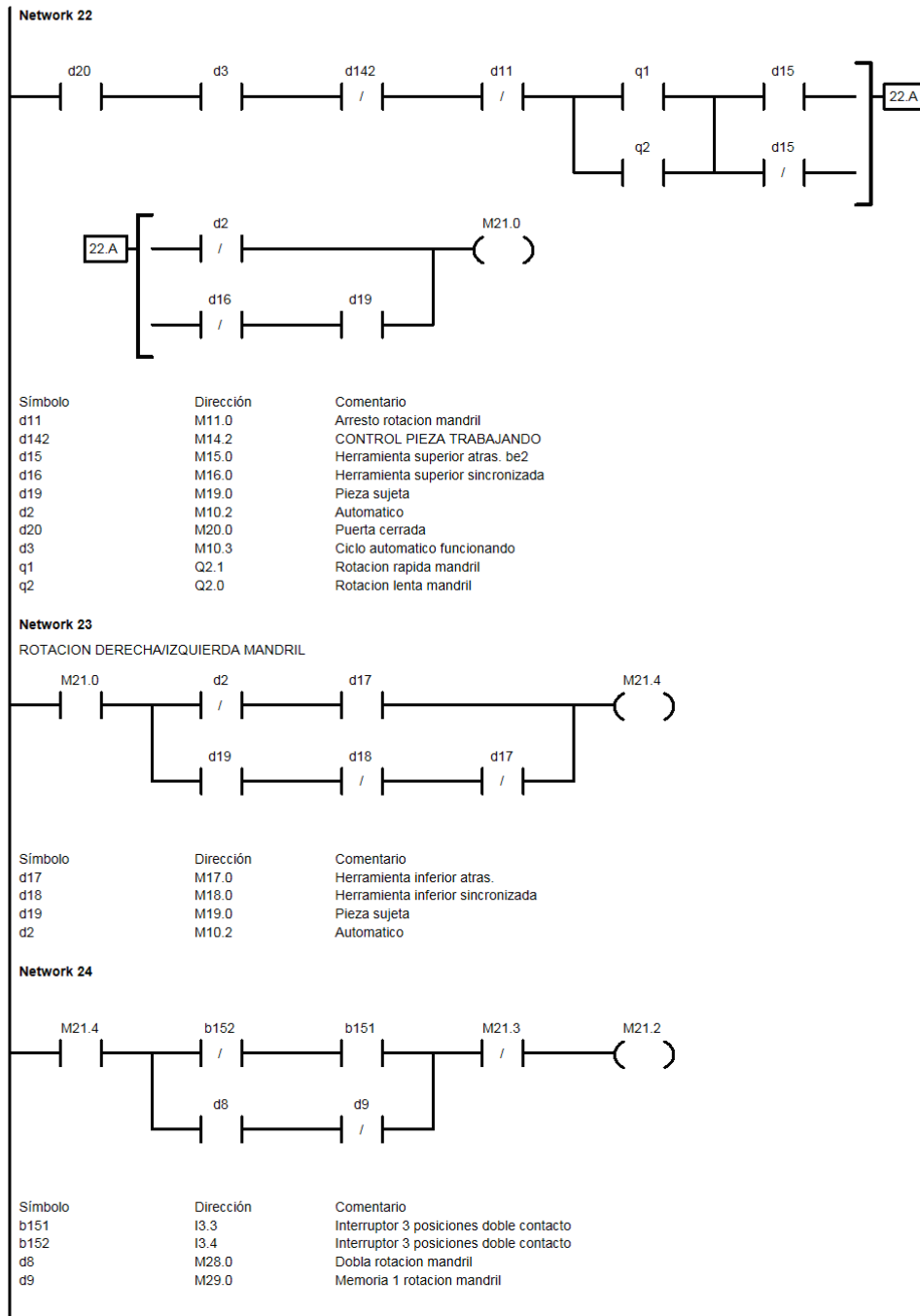




Rebarbadora J.D. / Bloque_de_programa (OB1)

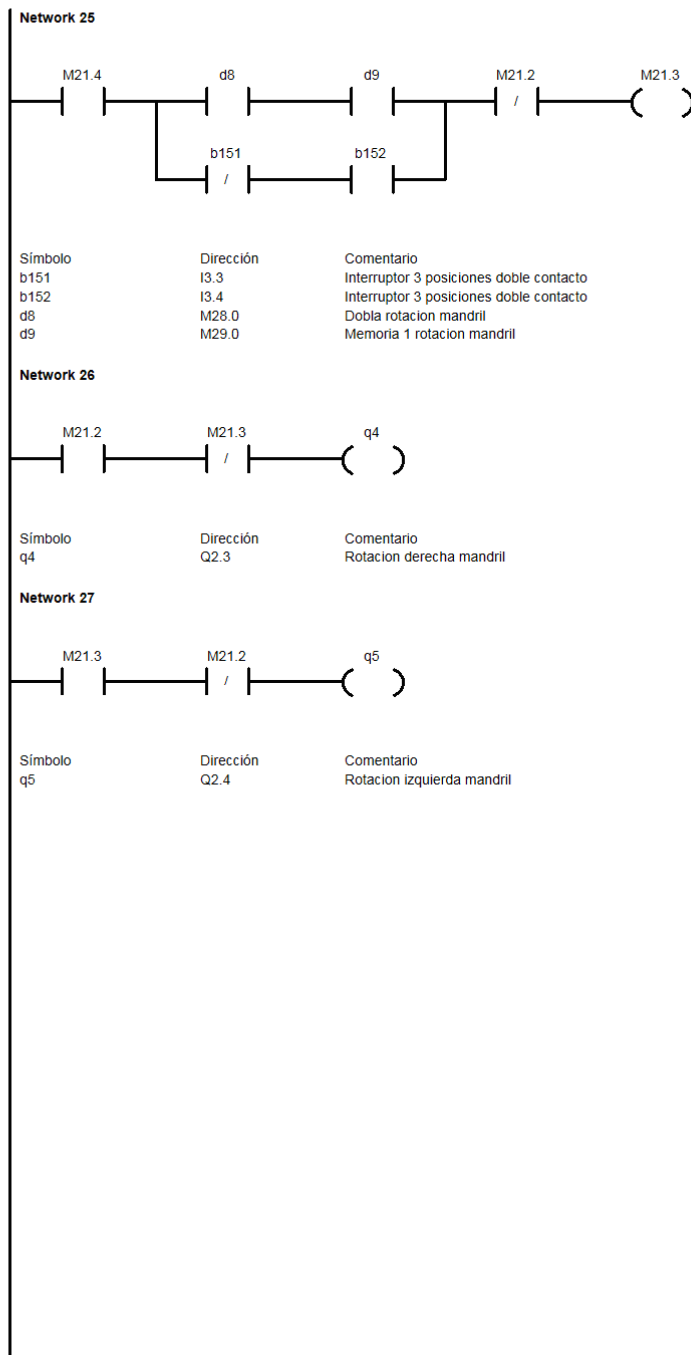


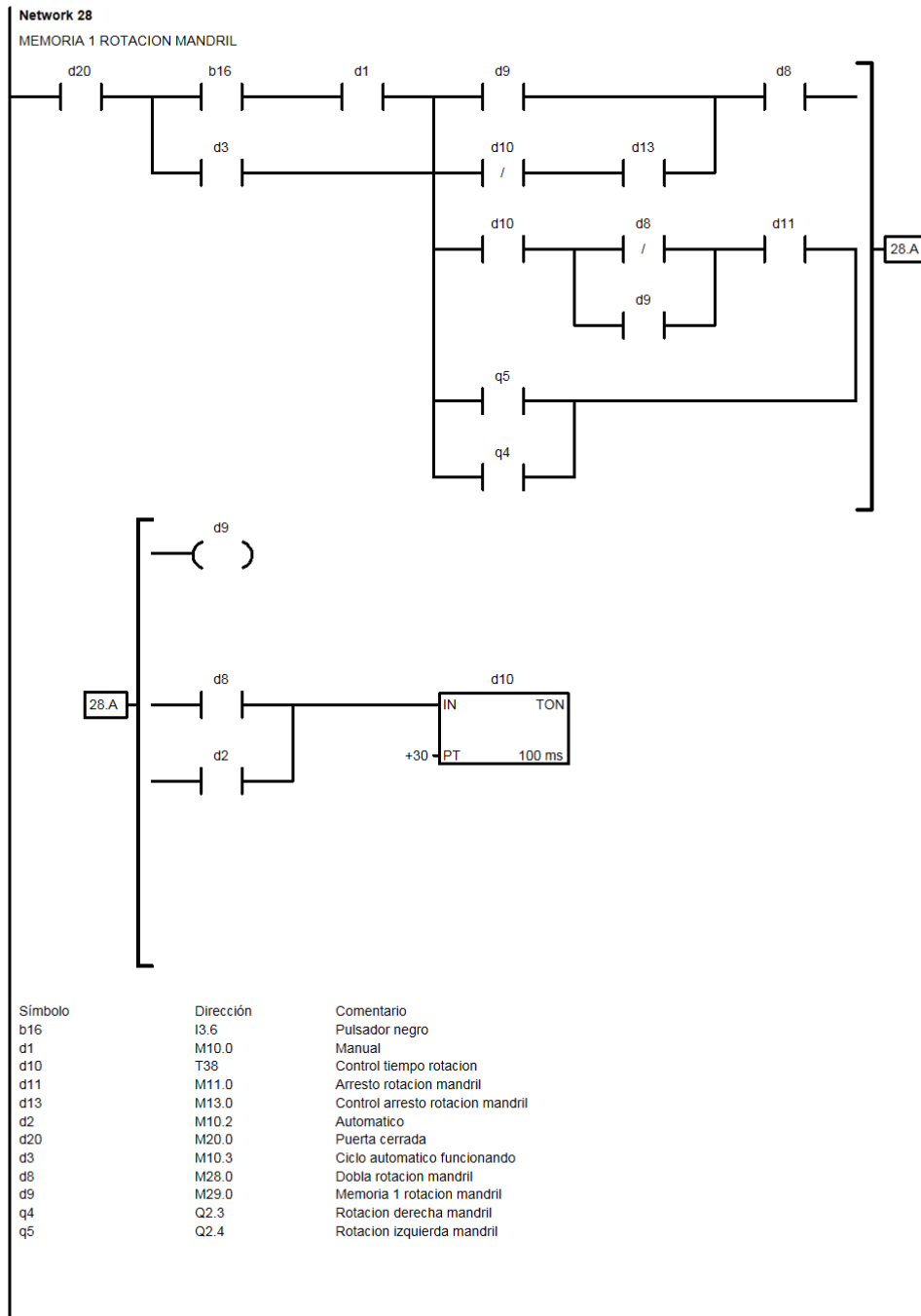
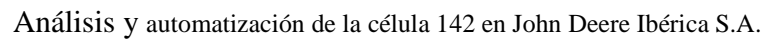
Rebarbadora J.D. / Bloque_de_programa (OB1)





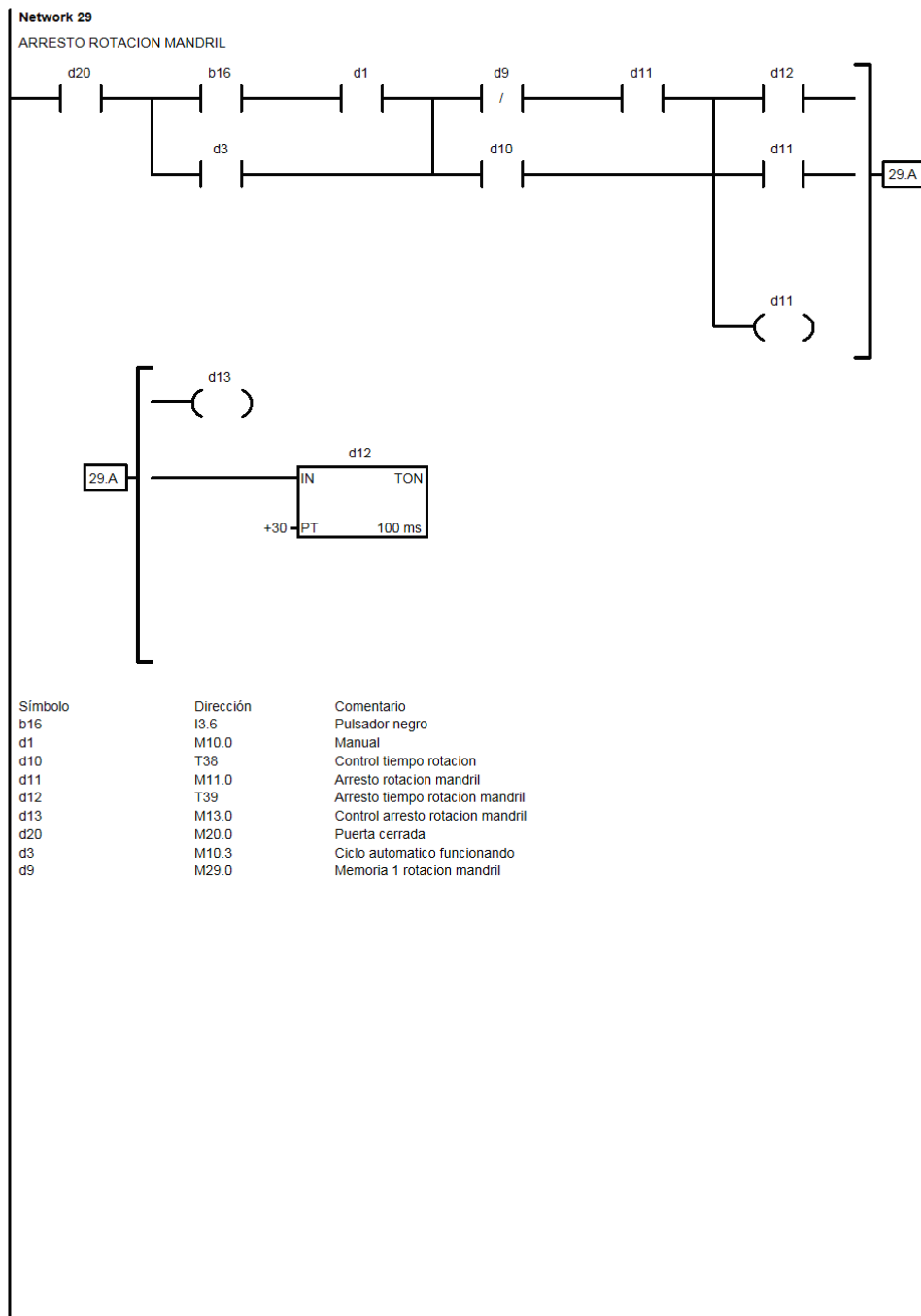
Rebarbadora J.D. / Bloque_de_programa (OB1)



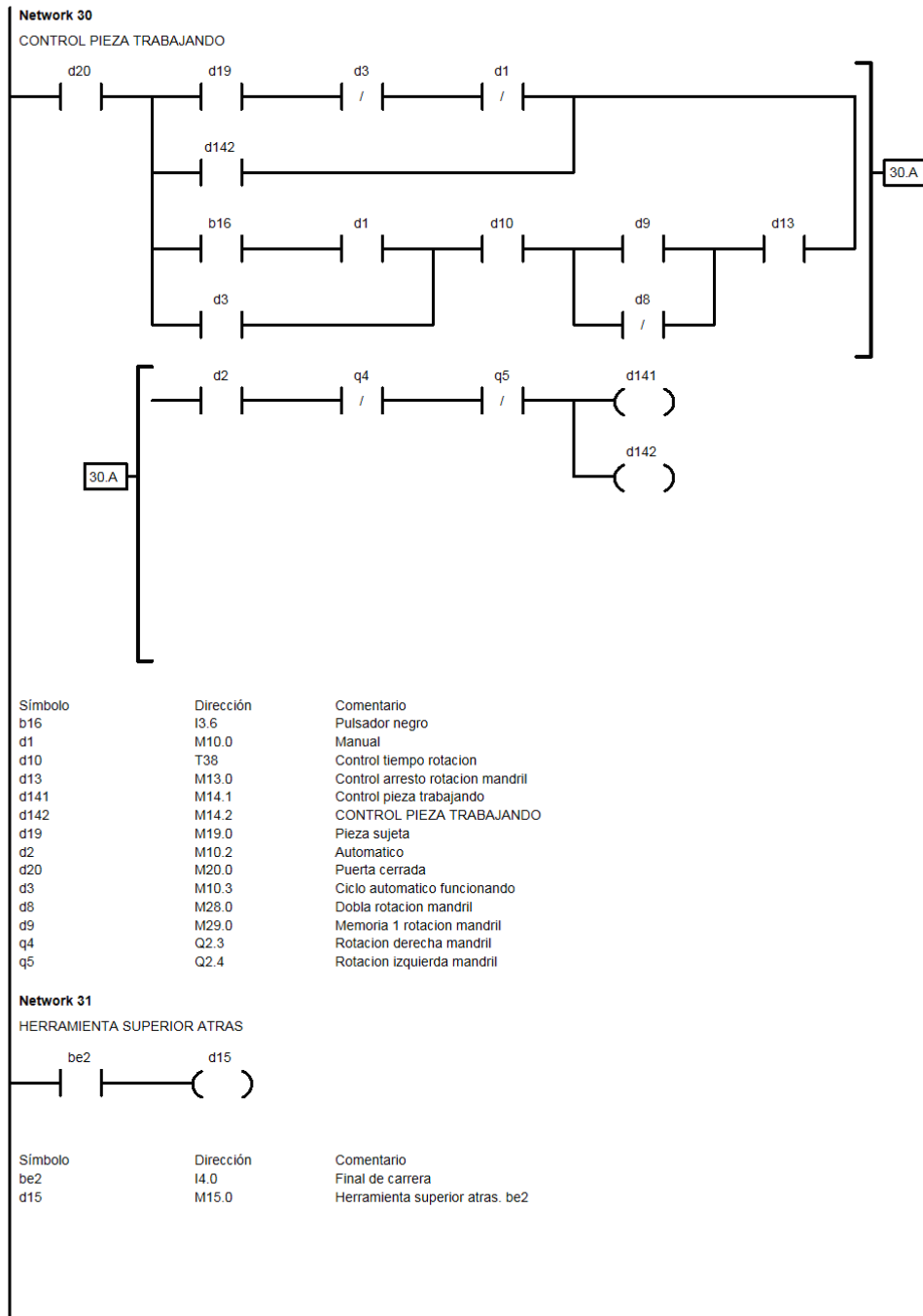




Rebarbadora J.D. / Bloque_de_programa (OB1)

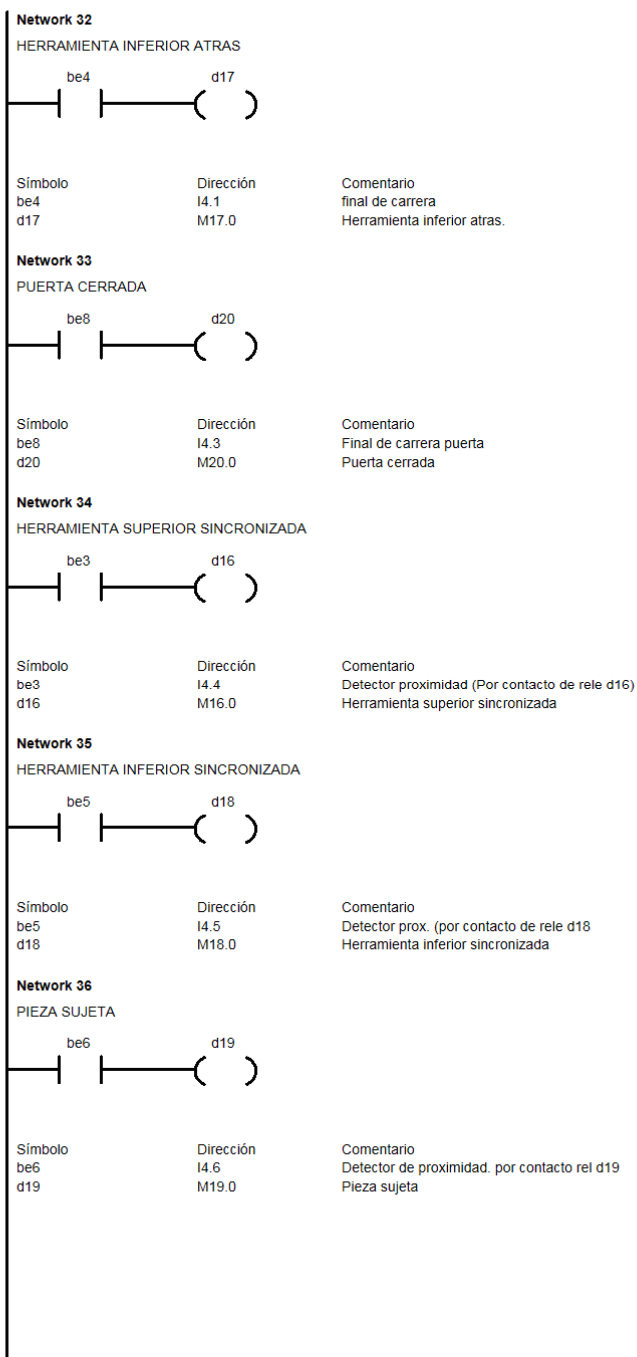


Rebarbadora J.D. / Bloque_de_programa (OB1)



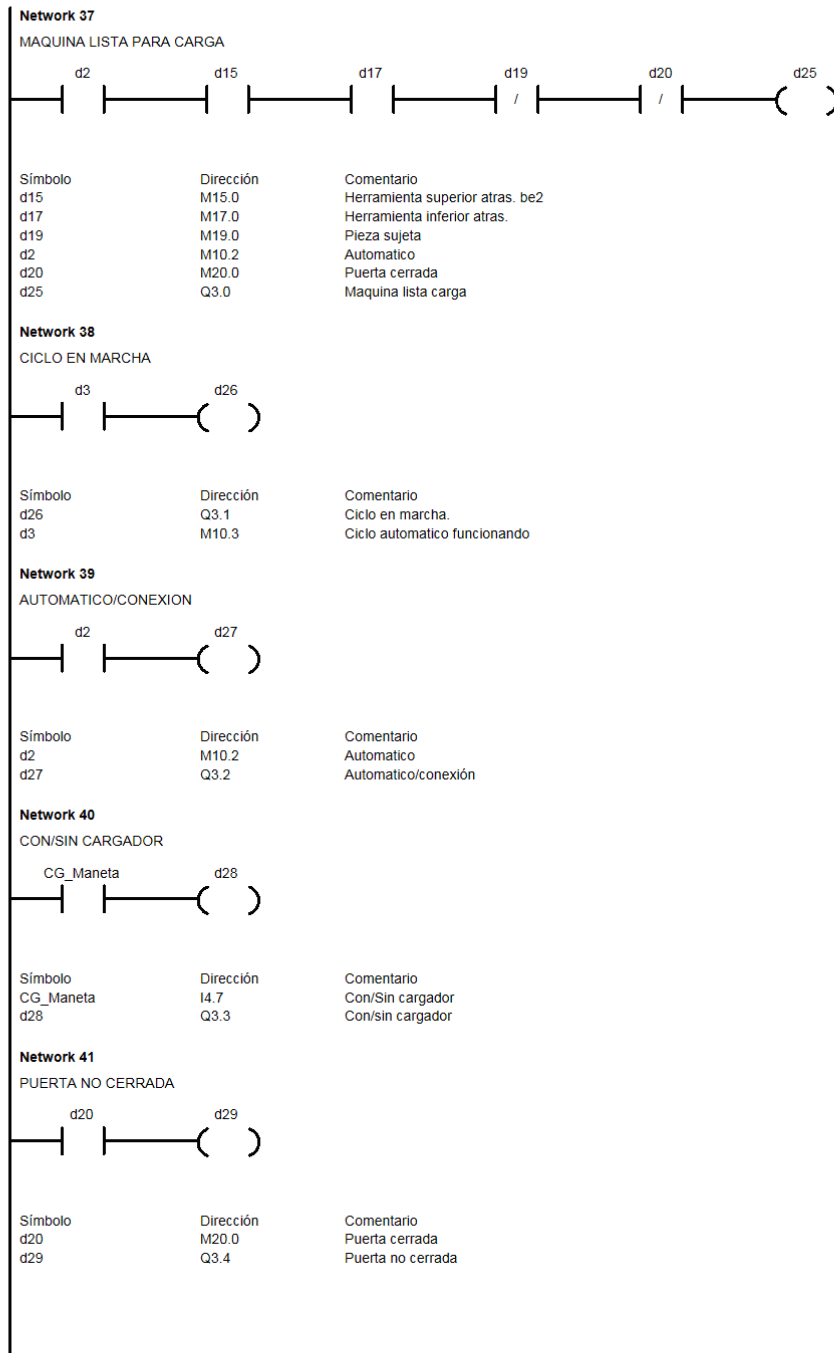


Rebarbadora J.D. / Bloque_de_programa (OB1)





Rebarbadora J.D. / Bloque_de_programa (OB1)





1.9 BIBLIOGRAFÍA

[1] Introducción al control de calidad.

Autor: Karou Ishikawa

[2] Norma UNE-EN 954-1:1996

[3] Norma UNE-EN 418:1992

[4] Manual del Pilz PNOZ X11

[5] Manual del Pilz PNOZ X3



PRESUPUESTO



2. PRESUPUESTO

AFEITADORA.....	139
CAMBIO CUADRO ELÉCTRICO POR AUTÓMATA.....	140
CARGADOR.....	142
TOTAL.....	143



REF.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (UD.)	PRECIO (€/UD)	TOTAL(€)
CAPÍTULO 3.1	AFEITADORA			
3.1.1	Afeitadora HURTH ZSA 220	1	80000	80000
3.1.2	Utillaje para la sujeción de piezas en el interior de la afeitadora	1	1000	1000
3.1.3	Cilindro que introduce la pieza en la afeitadora	1	4000	4000
TOTAL				85000



REF.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (UD.)	PRECIO (€/UD)	TOTAL(€)
CAPÍTULO 3.2	AUTÓMATA			
3.2.1	Autómata SIMATIC S7-200 CPU 226 DC 16/24 KB	1	488,88	488,88
3.2.2	Fuente de alimentación SITOP SMART 120W 120/230 VAC 24VDC	1	88,09	88,09
3.2.3	Relé OMRON G2R-1 SIN(S) 24V DC	24	2,90	69,6
3.2.4	Base relé OMRON 10A 250V	24	2,14	51,36
3.2.5	SIMATIC S7-200 pila BC291 CPU 22X	1	25,2	25,2
3.2.6	S7-200 EM223 8 EDX24VDC/8 SD 24V DC 0,75A/CANAL	4	119,28	477,12
3.2.7	SIMATIC S7-200 PROFIBUS DP 9,6KB 12MB	1	185,64	185,64
3.2.8	BORNA RELÉ PLCRSC-24DC/21	24	7,7686	186,45



3.2.9	INSTALACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL AUTÓMATA			2950
TOTAL				4708.98



REF.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (UD.)	PRECIO (€/UD)	TOTAL(€)
CAPÍTULO 3.3	CARGADOR			
3.3.1	Cargador y montaje del mismo			102670
TOTAL				102670



REF.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (UD.)	PRECIO (€/UD)	TOTAL(€)
CAPÍTULO 3.4	TOTAL			
3.4.1	Afeitadora			85000
3.4.2	Cambio cuadro eléctrico por autómata			4708,98
3.4.3	Cargador			102670
TOTAL				192379

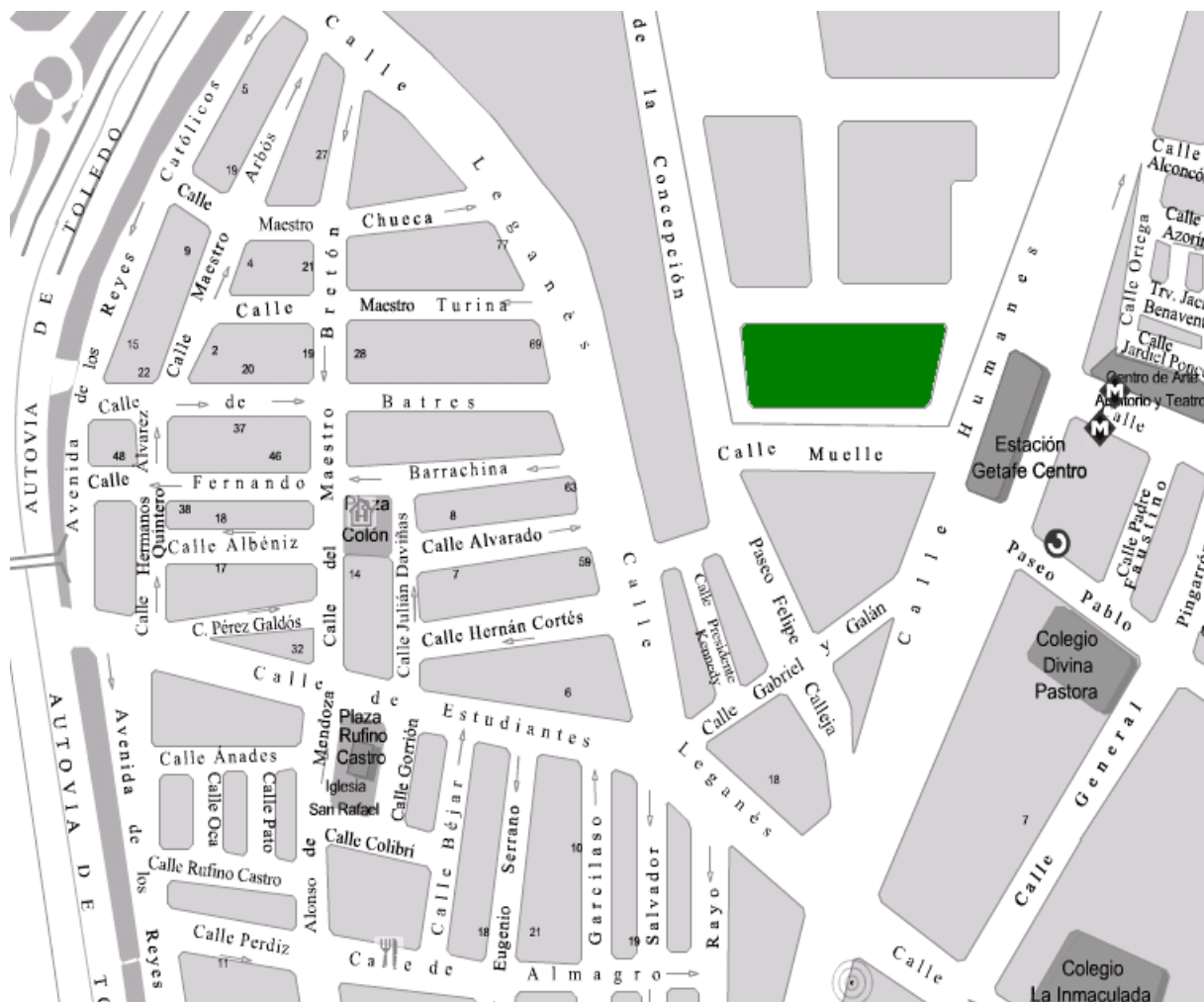



PLANOS

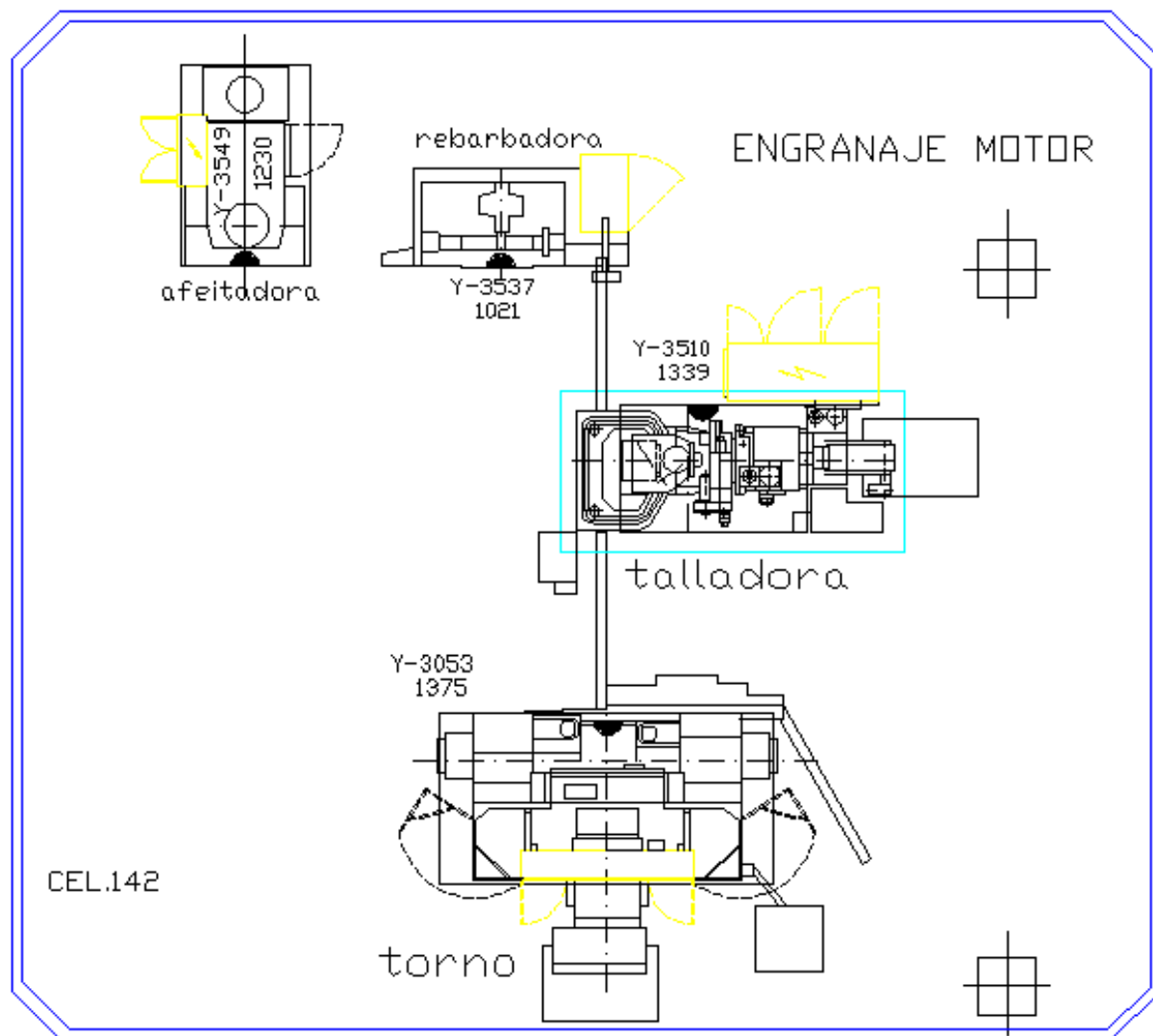


3. PLANOS

UBICACIÓN.....	P1
EMPLAZAMIENTO.....	P2
LAY OUT ACTUAL DE LA CÉLULA.....	P3
PLANOS DEL PÓRTICO.....	P4-P6
PLANOS ELÉCTRICOS DEL AUTÓMATA DE LA REBARBADORA.....	P7-P12



 <p>John Deere Iberica S.A. Dpto mantenimiento</p>	UBICACIÓN			Observaciones	Escalas:
	Dibujado	Nombre	Fecha	Firma	N° de Plano.
	Comprobado	MIRIAM REVIEJO	03-03-2008		
	Revisado				



John Deere
Iberica S.A.
Dpto. mantenimiento

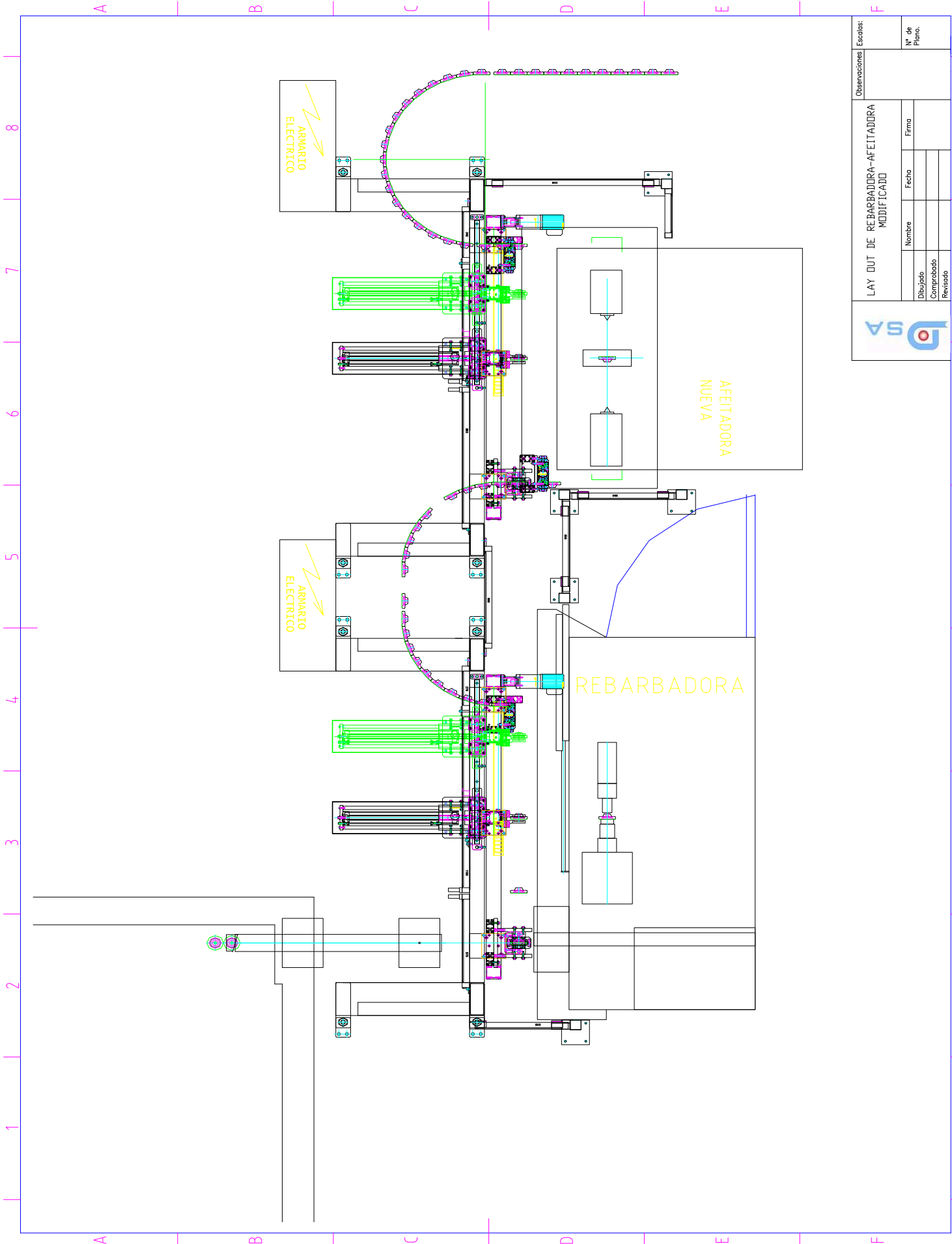
LAY OUT DE LA CÉLULA ANTES DE AUTOMATIZAR

	Nombre	Fecha	Firma
Dibujado	MIRIAM REVIEJO	03-03-2008	
Comprobado			
Revisado			

Observaciones

Escalas:

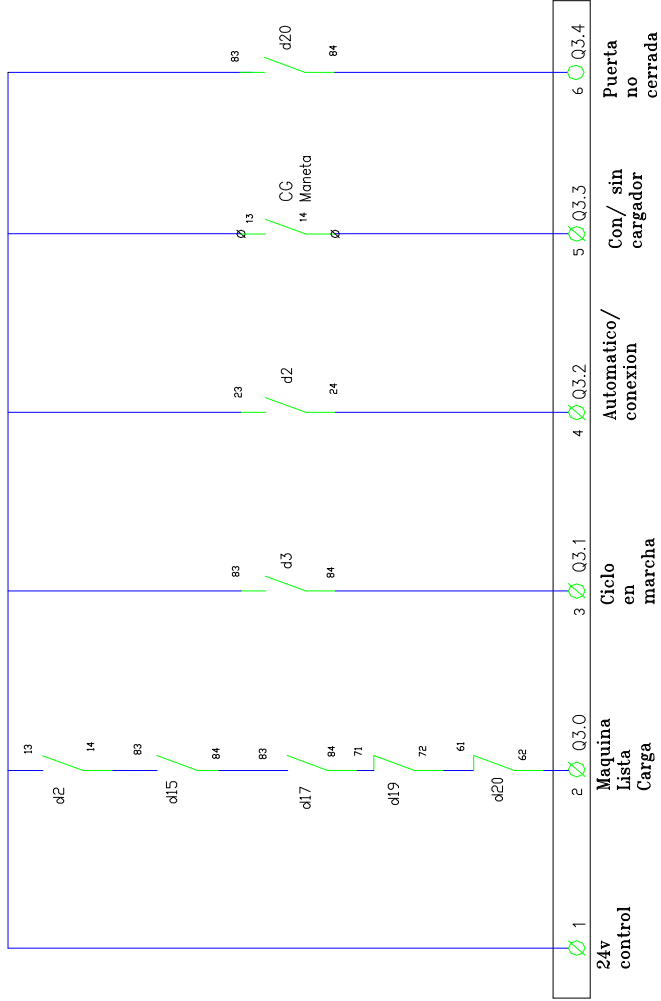
N° de Plano.




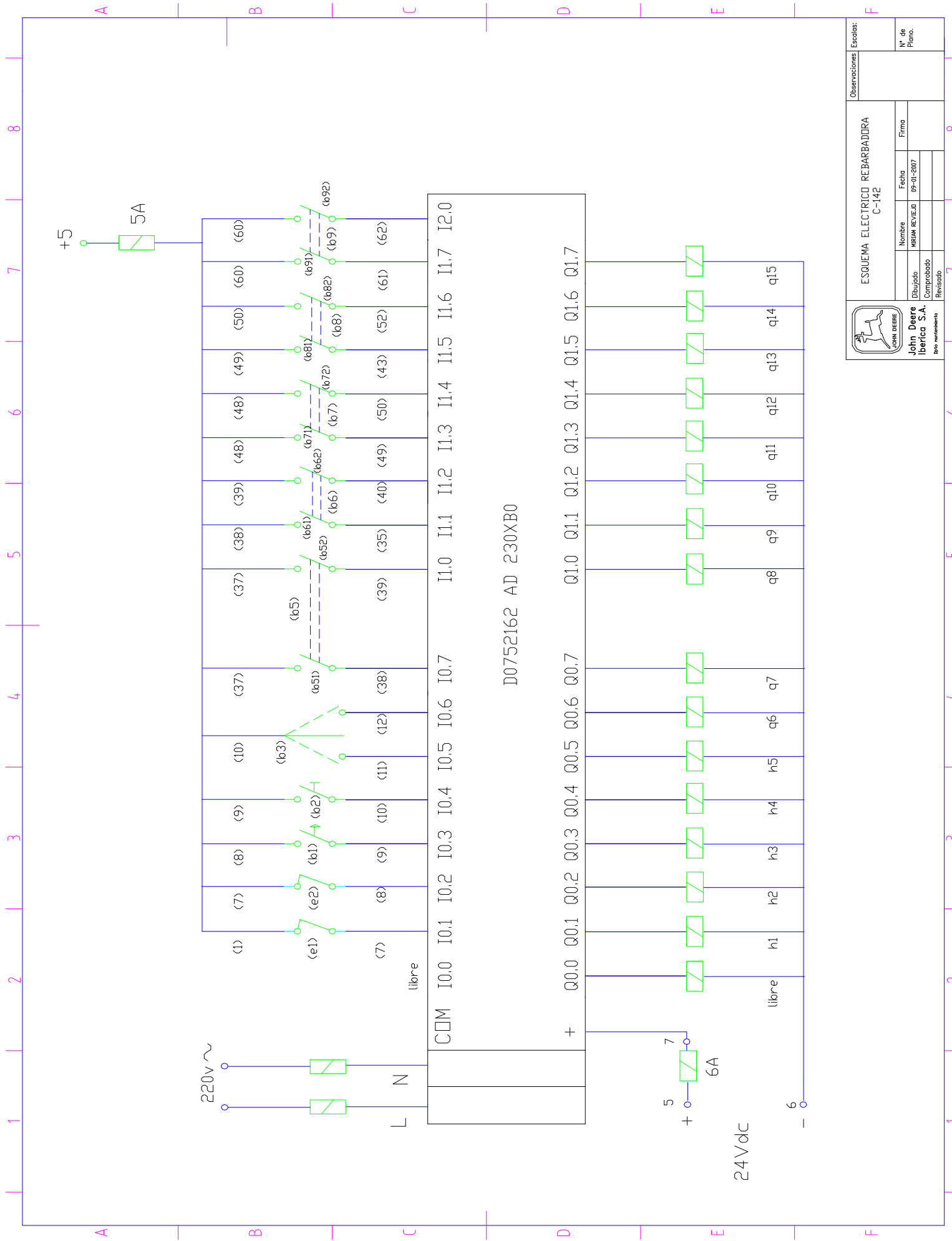
Escalas:		Observaciones:		N° de Plano.	
LAY OUT DE REBARBADORA-AFEITADORA MODIFICADO		Nombre		Firma	
		Fecha			
		Dibujado			
		Comprobado			
		Revisado			





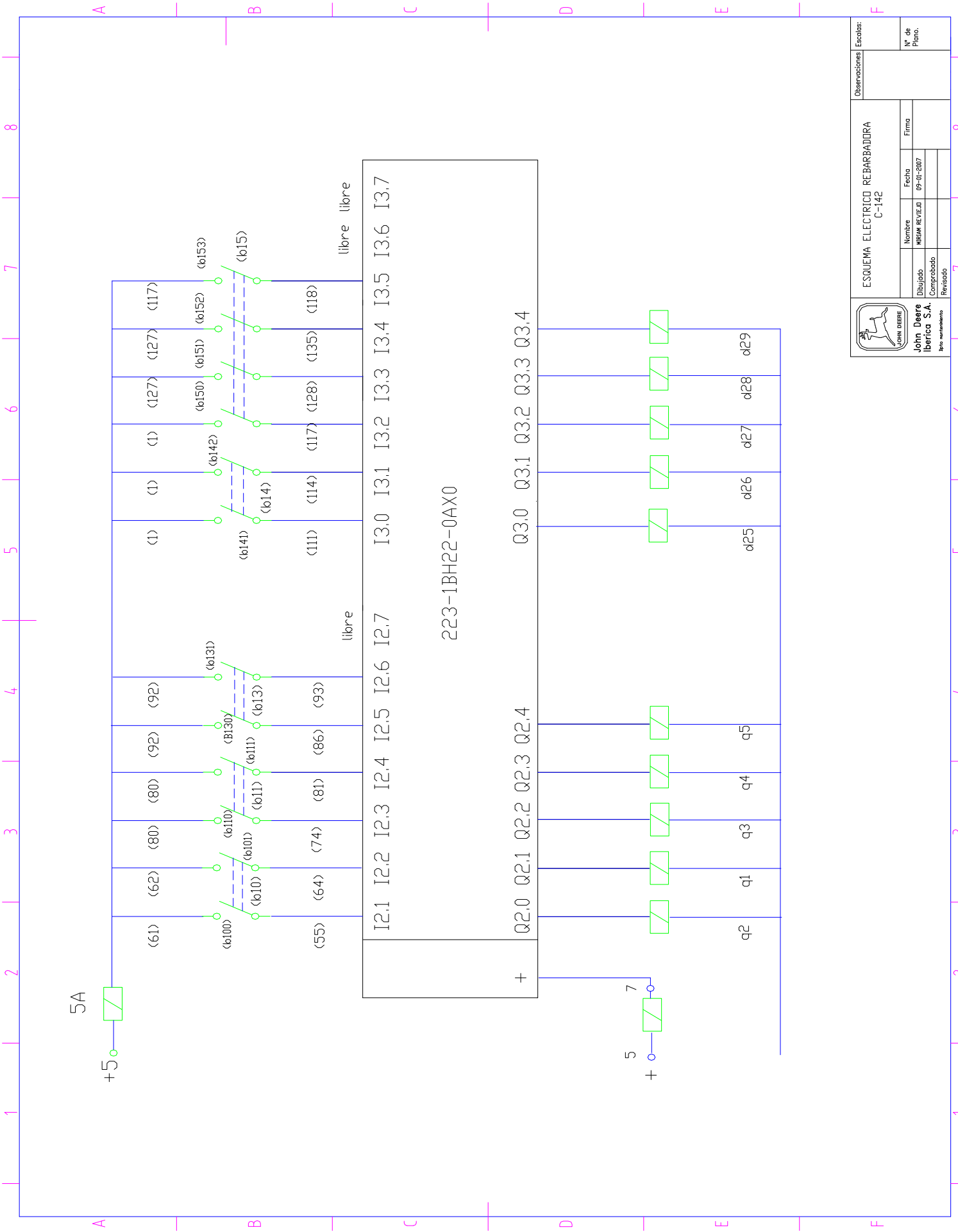
C-142 REBARBADORA




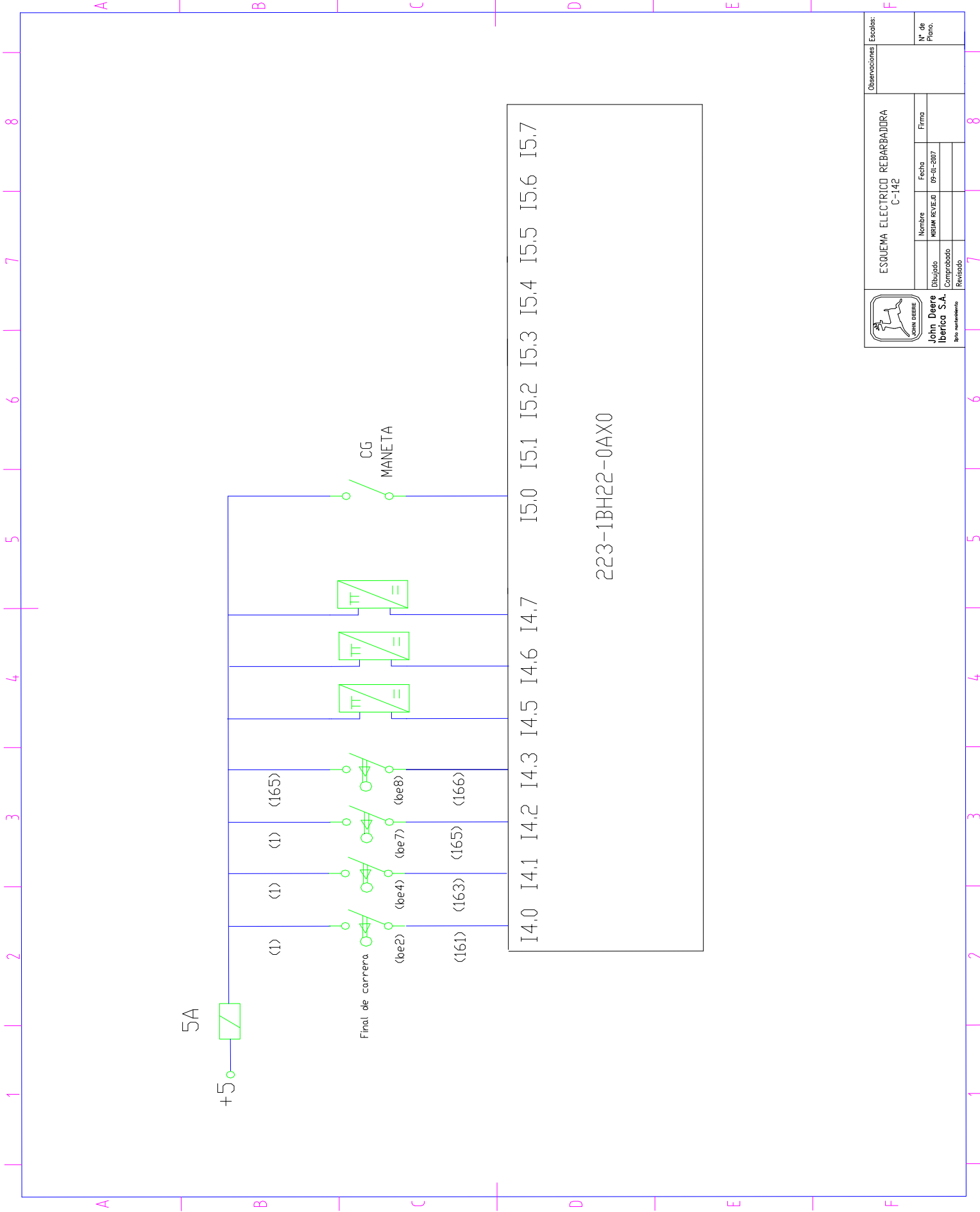
	ESQUEMA ELECTRICO REBARBADORA C-142				Observaciones		Escalas:
	Nombre		Fecha		Firma		
	Dibujado		09-01-2007				
	Comprobado						
Revisado							
John Deere Iberico S.A.						Nº de Plano.	
Brito mantenimiento							



				ESQUEMA ELECTRICO REBARBADORA C-142				Observaciones		Escalas:	
		Nombre		Fecha		Firma				N° de Plano.	
		Dibujado		09-01-2007							
		Comprobado									
		Revisado									
		John Deere		ibérica S.A.							
		Bajo mantenimiento									

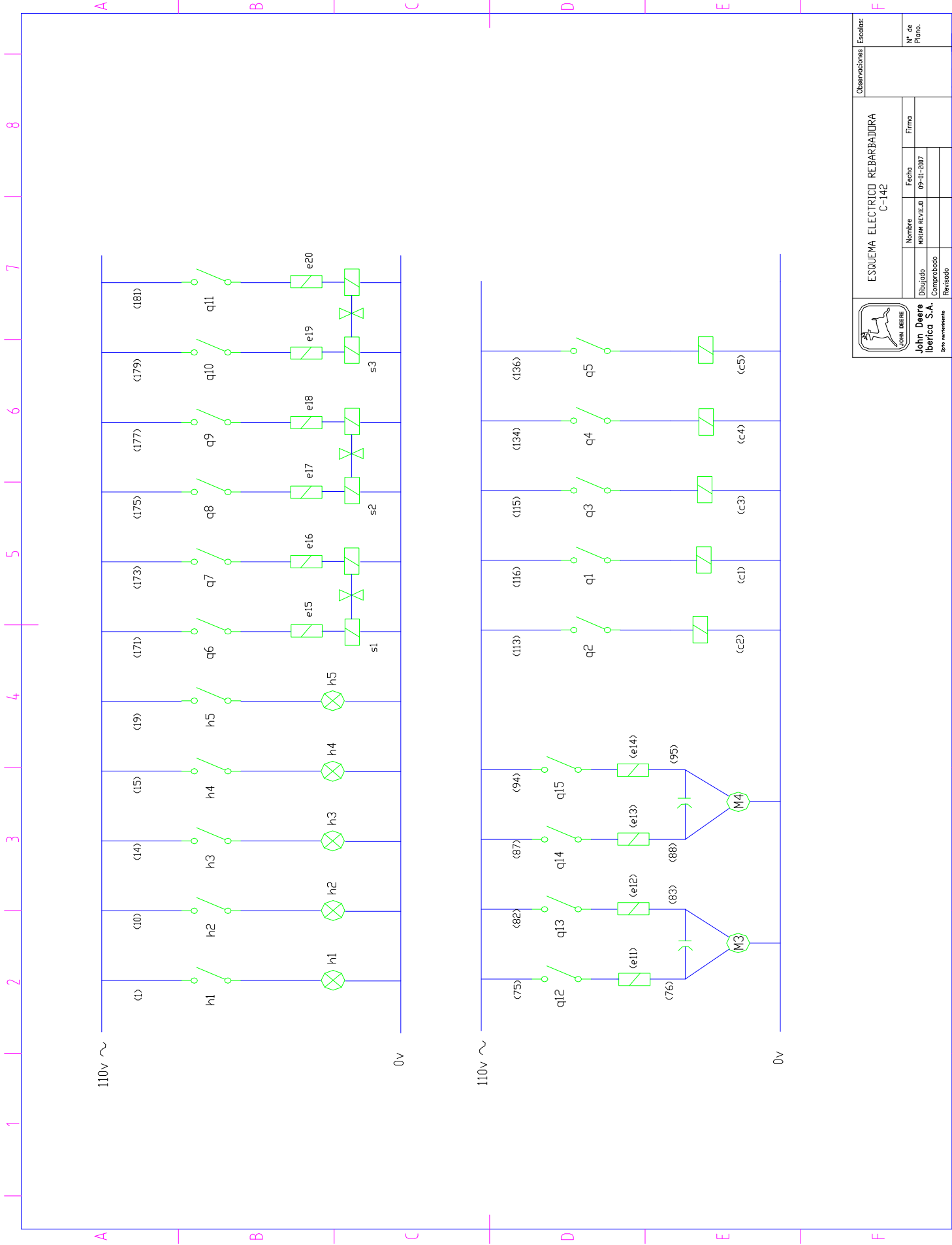



ESQUEMA ELECTRICO REBARADORA C-142				Observaciones		Escalas:	
	Nombre		Fecha		Firma		
	Dibujado		09-01-2007				
	Comprobado						
	Revisado						
John Deere Iberica S.A. Bto. mantenimiento							

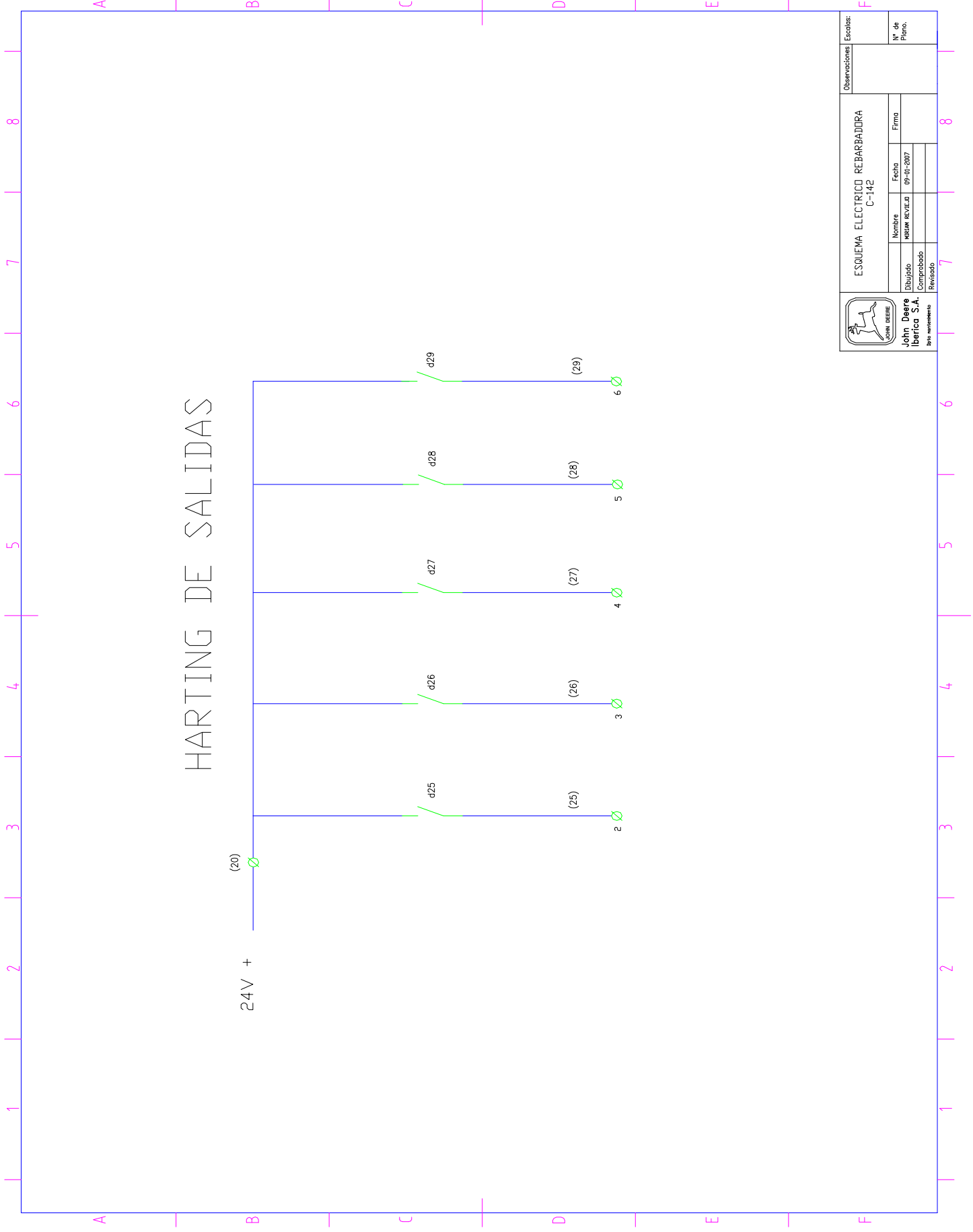



223-1BH22-0AX0

	ESQUEMA ELECTRICO REBARADORA C-142				Observaciones	Escalas:
	Nombre		Fecha	Firma		
	Dibujado	MIGUEL REVEJO	09-01-2007			
	Comprobado					
	Revisado					Nº de Plano.



	ESQUEMA ELECTRICO REBARBADORA C-142				Observaciones	Escalas:
	Nombre		Fecha			
	HISAM REVILLA		09-01-2007			
	Dibujado		Firma			
Comprobado						
Revisado						
John Deere Iberica S.A.						
Para mantenimiento						



	ESQUEMA ELECTRICO REBARBADORA			Escalas:	
	C-142				
	Dibujado	Nombre	Fecha	Firma	N° de Plano.
MIGUEL REVIEJO		09-01-2007			
Comprobado					
Revisado					
John Deere Iberica S.A.					
Beto Martínez					